4552

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

4552

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

4552

Archiv

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutſchen Reichsheeres.

Redaktion:

Schröder,
Generalmajor z. D.,
vormals im Ingenieur-Korps.

Böttcher,
Major a. D.,
vorm. à. l. s. des Weſtf. Fuß-Art.-Regts.

ſpäter:

v. Neumann,
Hauptmann,
Adjutant der 1. Fuß-Artillerie-Inſpektion.

Hydrographisches Amt Bibliothek S. M. Kriegsmarine

Siebenundvierzigſter Jahrgang. Neunzigſter Band.

90

Mit 3 Tafeln und 2 Tabellen.

Berlin, 1883.
Ernſt Siegfried Mittler und Sohn
Königliche Hofbuchhandlung.
Kochſtraße 69. 70.

Digitized by Google

Zur Nachricht.

Der Jahrgang dieſer Zeitſchrift — 6 Hefte; jedes von etwa 6 Bogen Text, reſp. Text und lithographirten Zeichnungen oder Holzſchnitten im Text — wird den Herren Offizieren und den Truppentheilen des deutſchen Reichsheeres bei direkter Beſtellung an die Unterzeichneten — (ohne Ausnahme nur auf dieſem Wege) — in Berlin ſelbſt zu 6 Mark, nach auswärts innerhalb des deutſchen Poſtbezirks unter Kreuzband frankirt zu 7 Mark praenumerando geliefert. Dagegen werden Briefe und Geldſendungen portofrei erbeten. Der Preis für das Ausland und im Buchhandel beträgt pro Jahrgang 12 Mark; einzelne Hefte werden, ſo weit der Vorrath reicht, zu dem entſprechenden Preiſe von 2 Mark abgegeben.

E. S. Mittler u. Sohn.
Königl. Hofbuchhandlung.
Berlin, Kochſtraße 69.

STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES
STACKS
JAN 19 1970
U3
A7
v.90
1883

Gedruckt in der Königl. Hofbuchdruckerei von E. S. Mittler und Sohn,
Berlin, Kochſtraße 69. 70.

Inhalt des neunzigſten Bandes.

1883.

Seite

I. Das elektriſche Licht im Kriegsdienſt (Fortſetzung u. Schluß) . . . 1
II. Zur Wahrſcheinlichkeitslehre in ihrem Verhältniſſe zur Balliſtik . . . 113
III. Das Schießen mit Shrapnels auf großen Entfernungen. (Hierzu Figur 1—4 auf Tafel I.) . . . 133
IV. Die ſchweizeriſche Artillerie Ende 1882 . . . 142
V. Die ruſſiſchen Donaubrücken im Kriege von 1877/78. (Hierzu Figur 5 auf Tafel I.) . . . 151
VI. Franz Ritter v. Hauslab, k. k. Feldzeugmeiſter . . . 161
VII. Ueber das Schießen aus Feldgeſchützen gegen gedeckte Truppen . . . 209
VIII. Der Telemeter Paſchwitz, Modell von 1882 . . . 220
IX. Die Befeſtigungen Roms . . . 226
X. Neue balliſtiſche Rechnenformeln. (Hierzu 1 Tabelle.) . . . 231
XI. Der Kampf um Wien 1683. (Hierzu Tafel II.) . . . 305
XII. Rimpler als praktiſcher Ingenieur . . . 383
Nachtrag dazu . . . 403
XIII. Neue balliſtiſche Rechnenformeln (Schluß) . . . 405
XIV. Zur Geſchichte der Baſtionärbefeſtigung . . . 435
XV. Das Markiren der Geſchoßaufſchläge als artilleriſtiſches Ausbildungsmittel (Hierzu 1 Tabelle.) . . . 439
XVI. Theoretiſche Unterſuchungen über die regelmäßigen Abweichungen der Geſchoſſe und die vortheilhafteſte Geſtalt der Züge. (Hierzu Tafel III.) . . . 477
XVII. Die hiſtoriſche Ausſtellung in Wien . . . 544
XVIII. Eine Bemerkung zum Geſchütz-Exerzir-Reglement für die Fuß-Artillerie . . . 547
XIX. Erinnerung an eine große italieniſche Belagerungsübung (gegen Aleſſandria 1880) . . . 553

Kleine Mittheilungen:

1) Oeſterreichiſches Eiſenbahn- und Telegraphen-Regiment . . . 101
2) Land-Torpedos . . . 175
3) Italien. Prüfung von Panzerplatten in Spezzia . . . 181
4) Frankreich . . . 185
5) England . . . 187
6) Schweden 15 cm-Haubitze . . . 188
7) Die Befeſtigung der Schweiz . . . 189
8) Ein neuer Stromgeſchwindigkeitsmeſſer . . . 273
9) Ein Projekt zur Erhöhung der Manövrirfähigkeit der Feld-Artillerie . . . 279
10) Siemens' Regenerativ-Lampen . . . 281
11) Telegraphiren mittelſt erleuchteten Ballons . . . 284
12) Zur Erfindung des Pulvers und der älteſten Geſchützfabrikation in Deutſchland . . . 453
13) Das elektriſche Licht als unübertreffliche Beleuchtung bei pneumatiſchen Gründungen . . . 457

Literatur: Seite

1) Mittheilungen des k. k. Militärgeographiſchen Inſtituts 103
2) Kriegsgeſchichtliche Einzelſchriften 111
3) Kleemann, Geſchichte der Feſtung Ingolſtadt . . . 193
4) Kriebel, Das deutſche Feld-Artillerie-Material und deſſen taktiſche Verwerthung. 202
5) Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht 204
6) v. Scheve, Die Geſchützbedienung der Fuß-Artillerie 206
7) Wille, Gefechtsmethode der ſchweizeriſchen Feld-Artillerie 207
8) Richter, Zuſammenſtellung der über Verwaltung, Aufbewahrung und Inſtandhaltung des Materials einer Feldbatterie C/73 gegebenen Beſtimmungen 285
Arnold, Der Batterie-Dienſt 286
9) Thiel, Das Infanterie-Gewehr. 286
10) Strategiſch-taktiſche Aufgaben nebſt Löſungen. . . 287
11) Der Hufſchmied 288
12) A. G. Greenhill, On the motion of a projectile in a resisting medium 289
13) A. Quillet-St. Ange, Le camp retranché de Paris 293
14) Breymann, Allgemeine Bau-Konſtruktionslehre, mit beſonderer Beziehung auf das Hochbauweſen . . 297
15) D. Carlos Banús y Cómas, Estudios de arte é historia militar. 298
16) E. L. Kaſprowicz, Torniſter-Dolmetſcher des deutſchen Soldaten im Verkehr mit Ruſſen 300
17) Don Joaquin de la Llave y Garcia, Escuela practica del segundo regimento de Ingenieros en Guadalajara 1882. 302
18) Rodolphe van Wetter, La Télégraphie optique 461
19) Spohr, Die Bein- und Hufleiden der Pferde, ihre Entſtehung, Verhütung und arzneiloſe Heilung nebſt einem Anhange über arzneiloſe Heilung von Druckſchäden und Wunden 464
20) v. Brunner, Beiſpiele für die Anwendung der flüchtigen Befeſtigung vom Standpunkte der Truppe 466
21) Betrachtungen über das Demontiren 468
22) Strategiſch-taktiſche Aufgaben nebſt Löſungen . . 471
23) Epimenides, Ein Blick auf die K. K. Oeſterreichiſche Armee, beſonders die Infanterie 471
24) Wolozkoi, Das Gewehrfeuer im Gefecht 473
25) Verſuche mit comprimirter Schießbaumwolle in der Schießbaumwoll-Fabrik Wolff & Co., Walsrode 474
26) v. Kretſchmar, Taſchenbuch für die Feldartillerie . . 475
27) De la conduite de l'artillerie dans les manoeuvres et au combat 476
28) Ueberſichtskarte von Central-Europa im Maßſtabe von 1 : 750 000 560
29) Zernin, Freiherr Ludwig von und zu der Tann-Rathſamhauſen 565
Berichtigungen 568

I.

Das elektriſche Licht im Kriegsdienſt.

Wiſſenſchaftliche Grundlagen. Mechaniſche Ausbildung. Organiſation des Dienſtes.

(Fortſetzung und Schluß.)

---

91. Eine weitere Verbeſſerung in der in Rede ſtehenden Richtung empfiehlt neuerdings Heinrichs in London. Bei ihm iſt der Querſchnitt des Ringkerns ein ſtehendes Hufeiſen, die Oeffnung nach dem Drehungscentrum gekehrt. Die Drahtumwickelung bedeckt die Außenfläche des Hufeiſens und geht dann vom Ende des einen Schenkels zu dem des andern über, wodurch im Innern ein ringförmiger Luftkanal entſteht, ein ohne Zweifel wirkſames Schutzmittel gegen die Erhitzung. Der Elektromagnet umgiebt dieſen „kanaliſirten Ringanker" als entſprechend tiefe Nuth. Es wird angeführt, daß der ſtromerzeugende Draht zu dem nicht afficirten ſich wie 10 : 4 verhalte.

92. An der Geburtsſtätte der dynamo-elektriſchen Maſchine, bei Siemens und Halske, blieb ſelbſtverſtändlich der Grammeſche Ring nicht unbeachtet; 1875 wurde dort z. B. eine Flachring-Maſchine gebaut; dieſer Weg iſt aber nicht weiter verfolgt worden.

v. Hefner-Alteneck, der Vorſteher des dortigen Conſtructionsbureaus, hatte ſchon 1872 einen Erſatz des Grammeſchen Ringes entworfen, eine Conſtruction, die an den Siemensſchen Cylinder-Inductor (Siemens-Armatur) von 1857 anſchließt, denſelben aber in der durch die Ringarmatur gegebenen Richtung vervollkommnet.

v. Hefner-Altenecks „Trommelmaſchine“ iſt ſowohl als magnetiſch-elektriſche wie als dynamo-elektriſche zur Ausführung gekommen. In beiden Fällen iſt ihr beweglicher Theil, der „Anker“, wie er beim Betriebe meiſt genannt wird (an Stelle des Grammeſchen Ringes), ein Cylinder (Trommel), deſſen Länge größer iſt als der Durchmeſſer. Um ſeine horizontale liegende Achſe rotirt er mit Minimalſpielraum innerhalb zweier, ſymmetriſch oben und unten feſt liegender Drittel-Cylindermäntel. Dieſe bilden die Polflächen; bei den magnet-elektriſchen aus permanenten Stahlmagneten gebildet, bei den dynamo-elektriſchen zu Elektromagneten gehörig. Der rotirende Anker beſtand anfänglich (namentlich bei kleineren Maſchinen) aus einem cylindriſchen, auf der Achſe feſten, alſo mitrotirendem Weicheiſenkerne, der unmittelbar die Drahtumwickelung in der Achſenrichtung (entſprechend den Spulen der Siemens-Armatur von 1857) aufnimmt.

Bei großen Maſchinen und namentlich bei der ſchnellen Rotation, die der dynamo-elektriſche Betrieb bedingt, würde der rotirende Eiſenkern Foucaultſche Ströme in ſo bedeutender Stärke hervorrufen, daß gefährliche Erhitzung und entſprechende Kraftvergeudung unausbleiblich wären.

Hier hat demnächſt der rotirende Inductor (Anker) folgende Einrichtung erhalten: Der Kerncylinder iſt von weichem Eiſen, aber hohl. Mittelſt zweier in der Richtung ſeiner mathematiſchen Achſe aus ſeinen Stirnflächen vortretenden Rundeiſen, iſt er horizontal feſt gelagert, nicht zur Rotation beſtimmt. Ihn umgiebt, gleichſam wie eine loſe Haut, in Minimalabſtand, eine Hülſe von Neuſilberblech. Auch die aus den Stirnenden vortretenden Rundeiſen des Kerns haben dieſe Hülſe, hier in der Form des Rohrs, welches, von angemeſſenen Pfannen aufgenommen, eine hohle Drehungsachſe der Neuſilberhülſe bildet. Dieſe kann alſo rotiren, während der Eiſenkern feſtliegt. Die Hülſe erhält die Drahtumwickelung.

Bei den Trommelmaſchinen neueſten Datums ſind die Kerne der rotirenden Inductoren oder Anker in anderer Art hergeſtellt. Sie bilden — bevor ſie die Drahtumwickelung erhalten haben — einen Cylindermantel mit achſenparallelen Rippen und Vertiefungen (Federn und Nuthen). Dem zu Grunde liegt ein Gerippe, ſo locker wie es die Solidität und die nothwendige Widerſtandsfähigkeit gegen den umſchnürenden Draht nur geſtatten, mit ſo wenig

Eiſen als möglich, und iſolirender Umhüllung von Asbeſtpappe und Geweben. Das äußere Ausſehen des Anker- oder Inductorkernes iſt ungefähr daſſelbe, wie das deſſelben Maſchinentheils bei der nachſtehend (in Nr. 96) geſchilderten Weſton-Möhringſchen Maſchine. Die Anordnung ſcheint vortrefflich geeignet, ſowohl die Foucaultſchen Ströme, ſowie die Erhitzung zu verhüten, oder doch ganz erheblich zu mildern.

Wie auch der Kern hergeſtellt ſein mag — der fertige Anker zeigt äußerlich eine Trommel mit achſenparalleler Drahtlage. Dieſe Drahtlage zieht ſich in einzelnen Bündeln über die flachen, kugelabſchnittförmigen Stirnſeiten. An der einen Stirnſeite gehen von der Drahtumwickelung jene Drahtenden in radialer Richtung aus, die, wie in Nr. 87 angeführt, mit dem Namen „Strahlſtücke" bezeichnet werden. Sie bilden dann — ganz wie bei Gramme beſchrieben — auf der Achſe eine Art Wulſt oder Büchſe, die in ihrem Umfange regelmäßig wechſelnde — beiläufig etwa je 3 bis 4 mm breite — blanke Metallſtreifen und Streifen iſolirenden Materials (Asbeſtpappe) zeigt. Dies iſt der Kollektor oder Stromſammler, auf welchem die zwei federnden Metallbürſten ſchleifen, durch welche die ſtromleitende Verbindung zwiſchen dem rotirenden Anker und dem Leitungsdraht (dem Ende des abgehenden und dem Ende des rückkehrenden) vermittelt wird.

Die Zahl der Gruppen, Abtheilungen oder Strecken in die der Umwickelungsdraht getheilt iſt, und die ſich, wie angegeben, ſchließlich als eben ſo viele Metall-Längsſtreifen auf dem Kollektor zeigen, iſt ſehr verſchieden; es ſind Maſchinen gebaut, die deren nur 8, aber auch ſolche, die über 100 enthalten. Einerſeits hängt die Zahl von der Größe der Maſchine ab, andrerſeits markirt ſie aber auch einen Fortſchritt in der Entwickelung des Syſtems. Bei den wenigertheiligen Kollektoren der älteren Ausführungen machte ſich das Funkenſprühen — Folge und Merkzeichen des Auftretens des ſogenannten „Extrakurrents" — ſehr bemerklich; in der Vermehrung der Drahtabtheilungen lag die Abhilfe dieſes Uebelſtandes.

93. Die vorſtehend geſchilderte Trommel (der Anker) des v. Hefner-Alteneckſchen Syſtems iſt (wie ſchon in Nr. 92 erwähnt) horizontal gelagert. Die Rotationsachſe hat ihre Führung in zwei auf einer Grundplatte ſtehenden Backenſtücken oder Stühlen. Ueber das eine Auflager reicht ſie hinaus und trägt an dieſem Ende die Riemenſcheibe, mittelſt welcher ſie ihren Bewegungs-

antrieb von einem beliebigen Motor bezieht. Sie könnte aber auch, eben ſo wie die Achſe des Grammeſchen Ringes, direkt in die Achſe einer rotirenden Dampfmaſchine übergehen.

Die Elektromagnete liegen horizontal rechts und links, oder auch vertikal unter und über dem rotirenden Anker. Dieſelben ſind wie folgt zuſammengeſtellt:

Eine Anzahl Stäbe von weichem Eiſen, im Querſchnitte rechteckig, haben die Form wie der obere Strich in dem bekannten Zeichen der Wage (♎). Legt man deren mehrere (bei großen Maſchinen etwa 10) neben einander, ſo erhält man die Figur einer Platte, die in ihrem mittleren Theile zu etwa ⅓ Cylindermantel gekrümmt iſt. Zwei ſolcher Syſteme werden ſymmetriſch zu einander und in ſolchem Abſtande von einander angeordnet, daß die beiden Krümmungen in der Mitte etwa je ⅓ Umfang desſelben Kreiſes bilden, alſo der Luftraum zwiſchen beiden in der Mitte kreiscylindriſch und zu beiden Seiten parallelepipediſch iſt. In dieſem Abſtande von einander und dieſer Stellung zu einander werden ſie dadurch erhalten, daß an beiden Enden die einzelnen Stäbe oder Lamellen, aus denen jede der beiden Platten beſteht, auf ein gemeinſchaftliches Zwiſchenſtück geſchraubt ſind. Nun hat man ſich nur noch Grenzblätter zu denken, die an jedem Ende und außerdem da angebracht ſind, wo die flache Partie in das Bogenſtück übergeht. Zwiſchen dieſen Grenzblättern liegt die Drahtumwickelung der flachen Theile, die den beſchriebenen Körper zu 2 Elektromagneten vollendet, wobei die freibleibenden mittleren Bogentheile die Polflächen bilden. Den cylindriſchen Hohlraum in der Mitte zwiſchen beiden Elektromagneten füllt bei der fertig zuſammengeſtellten Maſchine der rotirende Anker mit Minimalſpielraum aus.

Die beiden Hauptkörper der Maſchine — der rotirende Anker und die Elektromagnete — müſſen ſelbſtverſtändlich in gegen einander unverrückbarer Lage erhalten werden, damit die Ankerrotation trotz des geringen Spielraumes ohne die leiſeſte Berührung der Polflächen erfolgt. Dies zu erreichen, iſt bei den neueſten Maſchinen mit vertikalgeſtellten Elektromagneten der Achſenträger am Riemenſcheibenende über die Achſe hinauf verlängert, dann, rechtwinklig umgebogen, horizontal weitergeführt und mit dem oberen Stirn- oder Endſtück des Elektromagnetenpaares in feſte Verbindung gebracht.

Digitized by Google

Der zweite Achſenträger iſt nur ſo hoch, wie das Achſenauflager verlangt; der an dieſem Ankerende befindliche Collector liegt demzufolge bequem ſichtbar und zugänglich, ſo daß Beobachtung, Oelen, Reinigen, Korrektur, Stellen und eventuell Auswechſeln der Bürſten ohne Lockerung anderer Theile erfolgen kann.

94. Der Gramme'ſche Ring und die Hefner'ſche Trommel ſtehen einander gegenüber als die Haupttypen, in denen der die Inductionsſtröme entwickelnde rotirende Körper der dynamo-elektriſchen Maſchinen zur Darſtellung gebracht wird.

Der unbefangene Beobachter kann ſich nicht verbergen, daß in dem Wettkampf zwiſchen „Ring" und „Trommel" augenblicklich der erſtere einen ſtarken Procentſatz der öffentlichen Meinung auf ſeiner Seite hat. Die zahlreichen, geſchickt zuſammengeſtellten und elegant ausgeführten Leuchtapparate, die von Sautter und Lemonnier für das franzöſiſche Kriegsminiſterium und die Marine gebaut worden ſind, und die gute Cenſur, die dieſen Apparaten — in ihrer Zuſammenſtellung, wie in ihren drei einzelnen Hauptſtücken (Motor, Lichtmaſchine und Projector) — von der Commiſſion engliſcher Ingenieuroffiziere in Chatham ertheilt worden iſt, haben namentlich auf die Heeresverwaltungen anderer Staaten urtheilbeſtimmend eingewirkt.

Das Folgende geben wir als eine Stimme aus dem Gramme'ſchen Lager. Es iſt dem Buche des italieniſchen Genie-Capitän Pescetto über photo-elektriſche Apparate entnommen; es ſchließt ſich an die oben (Nr. 70) citirte Stelle über das Auftreten des dynamo-elektriſchen Princips an.

Als deſſen erſte mechaniſch brauchbare Verwirklichung wird die — übrigens mit kurzen Worten treffend charakteriſirte — Maſchine von Ladd (cf. vorſtehend Nr. 72 u. f.) aufgeführt. Daß Siemens noch früher eine dynamo-elektriſche Maſchine gebaut hat, wird nicht erwähnt. Dann heißt es:

„Princip und Maſchine von Pacinotti und von Gramme. Im Jahre 1860 hatte Pacinotti*) eine neue Idee,

---

*) Das Original hat „il Pacinotti", desgleichen ſpäter „il Gramme"; das Vorſetzen des beſtimmten Artikels vor den Eigennamen hat im Italieniſchen die Bedeutung, daß es ſich um eine bekannte, hervorragende Perſönlichkeit handelt.

der alle Fortſchritte zu danken ſind, die in der Neuzeit die dynamo-elektriſchen Maſchinen gemacht haben.

Er ſann aus, daß wenn man der Drahtſpirale die Form des **Ringes** gäbe und dieſen (in der Ebene deſſelben) um eine ſein Centrum durchſetzende Achſe zwiſchen den Polen eines Magneten rotiren ließe, die dadurch erregte inducirende Thätigkeit **ohne Unterbrechung** nutzbar gemacht werden kann.

Nach dieſem Princip conſtruirte er eine Maſchine, die 1870 Gramme betriebsfähig zu machen verſtanden hat.

In dieſer Maſchine beſteht der inducirte Theil in einem ringförmigen Kern, der aus Kreiswindungen von Eiſendraht gebildet iſt. Um denſelben gewickelt iſt die Spirale von iſolirtem Kupferdraht; dieſelbe beſteht aus vielen nebeneinander liegenden Einzelſpiralen, die unter ſich, Ende mit Ende, verbunden ſind, ſo daß das Ganze eine einzige zuſammenhängende Spirale bildet. An jedem Vereinigungspunkte der Einzelſpiralen iſt zwiſchen ihnen ein metalliſcher Streifen befeſtigt, der im rechten Winkel gebogen iſt. Deſſen einer Schenkel iſt radial, der andere achſenparallel gerichtet; die Geſammtheit der letzteren Schenkel bildet einen Cylinder um die Achſe, deſſen Durchmeſſer kleiner iſt als der des Ringes. An dieſen Cylinder lehnen ſich zwei Bürſten, die, einander diametral gegenüberſtehend und mit dem äußeren Leitungskreiſe verbunden, letzteren mit zwei ebenfalls einander diametral entgegengeſetzten Punkten der Spirale in Verbindung bringen."

„Die meiſt gebräuchliche Form — die ſogenannte type d'atelier — hat zwei Inductoren*); ſie liegen horizontal zwiſchen gußeiſernen Stützen und bilden zwei Elektromagnete in Hufeiſenform, zwiſchen deren Polen der Ring rotirt."

In ähnlicher Weiſe, nur meiſt noch kürzer, charakteriſirt der Autor **Schuckert** und **Gülcher**, **Bürgin**, **Wallace-Faumer**, die alle näher oder ferner an die Ringarmatur erinnern.

Dann heißt es wörtlich:

„**Maſchine Siemens** mit **kontinuirlichem Strome**. Der Inductionsring (l'anello indotto) iſt hier bedeutend verlän-

---

*) Wir erinnern daran, daß die Italiener „Inductor" den **Erreger** der Inductionsſtröme nennen; der rotirende Körper, in deſſen Drahtumwickelung die Inductionsſtröme curſiren, aber „indotto", „der Inducirte", heißt.

gert und der in der Achſenrichtung gewickelte Draht bedeckt nur die äußere Seite des Cylinders. Der Collector iſt derſelbe wie bei der Grammeſchen Maſchine, und die inducirenden Elektromagnete ſind aus Platten von weichem Eiſen gebildet, in der Mitte zu einem Kreisbogen gekrümmt, um den Anker zu umfaſſen, und an den Enden mit Draht umwickelt. Die Platten liegen Seite an Seite, ohne ſich zu berühren, damit die Luft zwiſchen ihnen ſtreichen und beitragen kann, die Erhitzung der Maſchine zu hindern.

Dieſe, von dem Ingenieur des Hauſes Siemens, Helfner-Alteneck erfundene Maſchine iſt auch unter dieſem Namen bekannt."

Hiernach hat alſo die an der Geburtsſtätte der dynamo-elektriſchen Maſchine erreichte neueſte Entwickelungsſtufe derſelben nur „einen verlängerten Grammeſchen Ring"; ſonſt nichts Eigenes.

95. Nach der italieniſchen Stimme mag noch eine deutſche vernommen werden, und zwar die von Werner Siemens.

In dem oben bereits angezogenen Vortrage in der elektrotechniſchen Geſellſchaft heißt es, nachdem das Weſen der dynamo-elektriſchen Maſchine charakteriſirt worden:

„Die großen Pläne, die ich damals auf dies neugeborene Kind — wie man es in der erſten Freude zu thun pflegt — baute, waren noch nicht lebensfähig" . . . „die dynamo-elektriſche Maſchine war noch nicht fertig und hatte ihre Kinderkrankheiten noch erſt zu überſtehen. Als eine ſolche ſtellte ſich eine neue Erſcheinung, die Erhitzung des Eiſens bei ſchnellem Wechſel der magnetiſchen Polarität, heraus. Die Moleküle des Eiſens wollten ſich nicht ſchnell genug drehen, und es bedurfte dazu aufzuwendender innerer Arbeit, die als Erhitzung des Eiſens auftrat. Die kräftigen Maſchinen, die ich zur Erzeugung elektriſchen Lichtes anfertigen ließ, mußten aus dieſem Grunde ſtets mit Waſſer gekühlt werden, weil ſonſt die Magnete und Drähte zu heiß wurden.

Da kamen nun zwei Erfindungen zu Hilfe, welche die Sache bedeutend gefördert haben. Einmal erfand ein italieniſcher Gelehrter Pacinotti den nach ihm benannten Ring."

Wir überſpringen die folgende Erläuterung, um nicht zu wiederholen was in Nr. 83 u. f. enthalten iſt, und wir überdies ſoeben mit Peſcetto's Worten wiederholt haben.

Siemens ſagt dann:

„Durch dieſen Pacinottiſchen Ring hatten wir das Mittel gewonnen, einen inducirten Strom zu erzeugen ohne Polwechſel im Eiſen, konnten mithin die Erhitzung deſſelben beſeitigen.“

„Gramme in Paris hat das große Verdienſt, zuerſt mein dynamo-elektriſches Princip auf den Pacinottiſchen Ring angewendet und dadurch zuerſt einen praktiſch brauchbaren Stromerzeuger für ſtarke Ströme hergeſtellt zu haben.*) Einem der Oberingenieure meiner Firma, Herrn v. Hefner-Alteneck, gelang es bald darauf, dieſe Aufgabe auf eine weſentlich verſchiedene und noch weit vortheilhaftere Weiſe zu löſen. Um dies verſtändlich zu machen, muß ich erſt ſagen, daß die im Innern des Pacinottiſchen Ringes liegenden Theile des Umwindungsdrahtes eigentlich keiner Inductionswirkung unterliegen; es iſt mithin ſo ziemlich die Hälfte des Drahtes beim Pacinottiſchen Ringe für die eigentliche Wirkung verloren. v. Hefner-Alteneck hat nun anſtatt des Ringes einen vollen Cylinder angewendet und dieſen nur außerhalb, parallel der Achſe, mit iſolirtem Draht umwickelt. Durch eine ſinnreiche Stromſchaltung hat er bewirkt, daß, wenn der Cylinder ſich zwiſchen den Polen eines Magnets um ſeine Achſe dreht, gleichgerichtete Ströme wie bei der Grammeſchen Maſchine in der die Schleifkontakte verbindenden Leitung entſtehen. Der Vortheil, der durch dieſe Conſtruction erzielt wird, iſt klar; er beſteht im Weſentlichen darin, daß bei ihr keine inneren Drähte vorhanden ſind, die der Induction nicht unterworfen ſind. Die v. Hefnerſche Maſchine hat daher geringeren inneren Widerſtand bei gleicher elektromotoriſcher Kraft ....“

„Dieſe beiden Maſchinen ſind es nun, auf denen die Erweiterung des Gebietes der Elektrotechnik beruht. Es giebt zwar noch viele andere Conſtructionen dynamo-elektriſcher Maſchinen — in Amerika allein iſt eine ganze Menge patentirt — es ſind dies aber alles nur Nachahmungen oder unweſentliche Modificationen der obigen beiden, der Grammeſchen und der v. Hefnerſchen Maſchine.“

96. Als Beleg für die in den letzten Zeilen von Siemens aufgeſtellte Behauptung ſollen nachſtehend noch zwei Conſtructionen geſchildert werden, die erſichtlich von beiden „typiſchen Grundformen für Maſchinen zur Erzeugung ſtarker elektriſcher Ströme für tech-

*) Im Jahre 1868.

niſche Zwecke“ (wie ſich Siemens bei anderer Gelegenheit ausdrückt) Anregung erhalten haben, zugleich aber durch eigene Zuthaten eine Fortbildung der Vorbilder anſtreben.

Es iſt dies zunächſt die Lichtmaſchine von Weſton (H. G. Möhring in Frankfurt a. M.). Grundplatte, Backenſtücke, Riegel, die zugleich die Kerne der Elektromagnete bilden, Lage und Form der Polſchuhe — erinnern an die Grammeſche Dispoſition (cf. Nr. 86). Es ſind hier unter wie über dem rotirenden Körper je drei Eiſenkerne angeordnet und jeder für ſich umwickelt, doch hängen die Umwickelungen der drei unteren unter ſich zuſammen, und ebenſo die der drei oberen. Der Effekt in ſtromleitender Beziehung iſt alſo derſelbe wie bei dem Syſtem v. Hefner-Alteneck: die Weſtonſchen zwei Gruppen à 3 bilden dem Effekt nach nur zwei Magnete und zwei zuſammenhängende magnetiſche Felder — ein nordpolariſches und ein ſüdpolariſches — gleich den Hefnerſchen (Siemensſchen). Eigenartig iſt die Anordnung der Polſchuhe; ſie beſtehen zunächſt, wie oben bei Siemens geſchildert, nicht aus maſſivem Eiſen, ſondern aus einer Anzahl vertikal neben einander ſtehender Lamellen oder Zungen, die aber hier durch Zwiſchenräume noch mehr getrennt ſind. Dieſe Zungen ſind gewöhnlich auch nicht gleich lang; ſie beginnen als Halbkreis und werden der Reihe nach Bogenſtücke von weniger als 180°. Wie Weſton gefunden haben will, erzielt dieſe Anordnung, der zufolge die inducirende Einwirkung der Magnete nicht gleichzeitig in allen Theilen der Umwickelung des Inductors, ſondern von deſſen Mitte nach den Enden hin und umgekehrt auftritt, eine größere Regelmäßigkeit des Stromes. Die, wie geſchildert, in Zungen geſpaltenen Polſchuhe bieten eine ſehr große Oberfläche, die von der Luft umſpült und gekühlt wird. Dieſe Einrichtung wirkt zweckmäßig dem Heißwerden bei der Arbeit entgegen.

Der Inductor oder Anker gleicht in ſeiner Bedeutung für den Vorgang der Stromerzeugung durchaus der Trommel v. Hefner-Alteneck's; eine eigenartige Einrichtung hat er in der Art, wie hier der Schutz gegen die Foucaultſchen Ströme und die Erhitzung erzielt wird. Dieſe Einrichtung iſt folgende: Aus dünnen Eiſenplatten werden (beiläufig 36 Stück) Figuren geſtanzt, die mit einem 16zähnigen Stirnrade verglichen werden können, nur ſind Vorſprünge und Zwiſchenräume nicht abgerundet. Auch die Fläche dieſer gezackten Scheiben wird mit ſo vielen Durchlochungen ver-

ſehen, als die Rückſicht auf Steifigkeit und Haltbarkeit geſtattet. Dieſe (36) Scheiben werden auf die Rotationsachſe geſchoben und dort, durch Zwiſchenlagen etwas von einander entfernt gehalten, ſo befeſtigt, daß alle Vertiefungen auf einander treffen und — ſo zu ſagen durch 36 Profile — ein Cylinder dargeſtellt iſt, deſſen Mantelfläche 16 Rippen und 16 Kanäle aufweiſt. Sodann werden die beiden Stirnflächen mit durchlochten Calotten (Kugelabſchnitten) geſchloſſen, deren Durchmeſſer dem Durchmeſſer der das Gerippe des Cylinders bildenden Scheiben, in den Vertiefungen gemeſſen, gleich iſt. Erſichtlich hat dieſes Trommelgerippe ſehr wenig Eiſenmaſſe und ſehr viel Luftcirculation.*)

Die Umwickelung erfolgt wie bei der Hefnerſchen Trommel achſenparallel; im gewählten Beiſpiele ergeben die 16 Cannelüren 8 Umwickelungs-Hauptgruppen.

Der Stromſammler iſt ähnlich wie bei den Gramme- und bei ſpäteren Siemens-Maſchinen — durch Strahlſtücke (cf. Nr. 86 u. 94) gebildet. Dieſelben ſind jedoch bei Weſton-Möhring nicht genau achſenparallel, ſondern wie ſehr ſteile Schraubengänge gerichtet und zur Wulſt auf der Achſe vereinigt. Die Schleiffedern oder Bürſten, die ungefähr ſo breit ſind als der Stromſammler lang iſt, berühren demzufolge ſicher mindeſtens zwei neben einander liegende Strahlſtücke; dieſe Anordnung bezweckt und erzielt gleichmäßige Stromaufnahme. Das Traggerüſt der Maſchine iſt geſchickt angeordnet; Stromſammler und Bürſten — die am meiſten beobachtungs- und am eheſten auswechſelungsbedürftigen Maſchinentheile — ſind leicht zugänglich.

Die vorſtehend geſchilderte Lichtmaſchine Weſton-Möhring hat vor einer amerikaniſchen Commiſſion (unter Vorſitz von Prof. Morton) nicht nur am beſten gegenüber drei renommirten Mitbewerbern, ſondern auch wirklich gut beſtanden, indem ſie mit Kraftaufwand von 4,769 Pferdeſtärken ein Licht von 8585 Kerzen, alſo pro Pferdeſtärke 1800 Kerzen erzeugte. Bei den Chathamer Verſuchen (cf. nachſtehend Nr. 127) haben ſich rund 2000 Kerzen pro Pferdeſtärke als das höchſte Leiſtungsmaß ergeben.

---

*) Auf die Verwandtſchaft des W.'ſchen Ankers mit dem neueſten bei Siemens u. Halske gebräuchlichen iſt in Nr. 92 hingewieſen. Zweckmäßig ſind beide Conſtructionen. Sie können auch wohl beide unabhängig von einander ausgedacht ſein.

97. Nächſt der Weſton-Möhringſchen dynamo-elektriſchen Maſchine verdient die Einrichtung, welche **Bürgin** (in Baſel) dem rotirenden Anker (Inductor) gegeben hat, Berückſichtigung. Auch hier ſind der Grammeſche Ring und die Hefnerſche Trommel die unverkennbaren Grundlagen, und erſichtlich hat der Conſtructeur das Beſtreben gehabt, aus beiden ein beſſeres Drittes zu ſchaffen.

Da die Elektromagnete nichts Eigenartiges darbieten, vielmehr wie bei den Vorbildern zu einem cylindriſchen magnetiſchen Felde führen, ſo beſchränken wir uns auf die Beſchreibung des Ankers.

Auf der — auch bei Bürgin horizontalen — Rotationsachſe ſitzen acht Räder mit Nabe und Speichen, deren Felgen nicht einen Kreis, ſondern ein (nur an der Stelle, wo die Speichen anſetzen, kurz gerundetes) Sechseck bilden. Die ſechs Polygonſeiten ſind ebenſo viele Spulenkerne; die Drahtumwickelung iſt nach der Mitte jeder Polygonſeite zu ſo vervielfältigt, daß im Ganzen die Rundform des Kreiscylinder-Querſchnitts herauskommt. Die Stellen, wo die ſechs Speichen anſetzen, bilden ſechs drahtfreie Zwiſchenräume. Noch iſt zu beachten, daß die acht Räder einander, von der Stirn aus geſehen, nicht decken, ſondern wenn z. B. eine Speiche lothrecht ſteht, die entſprechende Speiche des folgenden Rades 7,5° von der Lothrechten abweicht, die des dritten um 15°, des vierten um 22,5° u. ſ. w., mithin die des achten Rades mit der nächſten Speiche des erſten ſich deckt. Die drahtfreien Stellen liegen demnach in Form von ſechs Zügen von je 1/6 Drall über den Geſammtkörper des Ankers geſtreckt. Es hat dieſe Anordnung erſichtlich denſelben Zweck, wie bei Weſton-Möhring die ungleich langen Polſchuhe: die Induktionsſtröme ſollen weniger ruckweiſe, vielmehr in den einzelnen Drahtſpulen nacheinander auftreten, ſich daher um ſo ſchneller folgen.

Die von den einzelnen Spulen ableitenden und zum Kollektor ſich zuſammenfügenden Drähte, die Bürſten u. ſ. w. bieten nichts Beſonderes.

Crompton in **Glasgow**, Ingenieur und Conſtructeur von Ruf (ſeiner automatiſchen Lampe geſchieht nachſtehend in Nr. 182 Erwähnung), hat dem Bürginſchen Anker den Vorzug gegeben und ihn bei den von ihm gebauten Maſchinen, die in England in gutem Anſehen ſtehen, angewendet.

Der Genannte iſt inſofern Partei, aber man darf doch annehmen, daß er nur aus techniſchen Gründen ſich für Bürgin entſchieden hat. Wir citiren eine Aeußerung von ihm (entnommen ſeinem von Uppenborn überſetzten Handbuch: „Die elektriſche Beleuchtung"):

„Man muß zugeſtehen, daß die Maſchinen von Gramme große Vortheile über die von Siemens zeigen. Das Drahtgewirre an beiden Enden des Siemensſchen Inductors kann weder in einer ſoliden arbeitsmäßigen Weiſe befeſtigt, noch kann der Inductor ſo leicht gewickelt werden, daß ſich ein gutes Gleichgewicht erzielen läßt.

In dieſer Hinſicht iſt die Maſchine von Bürgin ganz beſonders gut konſtruirt. Die große Solidität jeder der 48 Abtheilungen des Inductors läßt dem Auge des Ingenieurs die Maſchine mehr als kunſtgerechte Arbeit erſcheinen, wie die von Siemens und Gramme. Der wunde Punkt der Grammeſchen Maſchine iſt die hölzerne Nabe, auf welcher der Ring ruht und die ſich bisweilen lockert."

Jedes einzelne der acht Bürginſchen Räder iſt augenſcheinlich ein Gramme'ſcher Ring, aber jeder einzelne Spulenkern iſt von geringerer Dicke und die einzelne Spule iſt im Querſchnitt ein viel kleineres in den Ecken abgerundetes Rechteck als der Grammeſche Ring, alſo iſt auch die Gefahr geringer, daß die inneren Theile der Windungen nicht mehr in das magnetiſche Feld tauchen. Alle acht Räder zuſammen ſind acht aneinandergereihte Grammeſche Ringe und nähern ſich — abgeſehen von den ſchmalen Zwiſchenräumen zwiſchen den einzelnen Rädern — dem Ausſehen und der Inductions-Empfänglichkeit der Hefnerſchen Trommel.

Jene Zwiſchenräume begünſtigen die Ventilation und Abkühlung des Ankers.

Hiernach iſt man zu glauben geneigt, daß die Bürginſche Dispoſition die Vortheile beider Syſteme vereinigt und ihre ſchwachen Seiten vermeidet.

98. Der gegenwärtig viel genannte Ediſon hat für ſeine dynamo-elektriſchen Lichtmaſchinen das Princip der von Siemens und Halske gebauten, namentlich die Hefnerſche Trommel in allen weſentlichen Stücken angenommen. Daß die Nachahmung keine abſolute Wiedergabe iſt, bedingt ſchon die Rückſicht auf die Patentgeſetzgebung; die Abänderungen ſollen aber jedenfalls auch Ver-

Digitized by Google

beſſerungen ſein. Aeußerlich geltend machen ſie ſich in der ſchlankeren Geſtalt der Trommel, in deren Bewickelung, in der Art, wie den Elektromagneten der ihren Magnetismus ſteigernde Antheil von Inductionsſtrömen zugeführt wird, endlich in der Zuſammenſetzung der Bürſten und deren Stellung zum Collector.

Ediſon hatte 1882 in München drei ſeiner Maſchinen mit 30pferdigen Motoren zur Speiſung von 250 Glühlampen aufgeſtellt. Anſchauliche Abbildungen derſelben enthält der Münchener illuſtrirte Ausſtellungskatalog und die Leipziger illuſtrirte Zeitung vom 21. Oktober 1882 (Nr. 2051 S. 368). Eine nach demſelben Modell gebaute 16pferdige Maſchine ſpeiſt augenblicklich (December 1882) die Glühlichtbeleuchtung in Berlin, die nachſtehend in Nr. 110 geſchildert iſt.

Das in Rede ſtehende Modell hat drei Elektromagnete in Form von 3×2 kreiscylindriſchen Säulen, deren Baſen die mit ihren Ausrundungen einander zugekehrten Polſchuhe bilden. Bei der 16pferdigen Maſchine rotirt der Anker 15 mal in der Sekunde.

Der Verfaſſer dieſer Arbeit beobachtete die Maſchine längere Zeit in voller Thätigkeit und nahm abſolut keine Funkenbildung an den Berührungsſtellen zwiſchen Bürſten und Collector wahr; der Maſchiniſt verſicherte, daß bei aufmerkſamer Bedienung ſich niemals Funken zeigten. Die Erwärmung des Collectors war eine ſehr mäßige.

Die Ediſonſche Dynamomaſchine kann demnach für eine ſehr gute Empfehlung des Siemens-Hefnerſchen Princips gelten.

99. Es iſt oben (Abſchnitt I., Nr. 2 bis 6, dann 20) dargelegt worden, daß und wie die Kohlen-Conſumtion und infolge deſſen die Erſcheinung des Bogenlichtes ſich verſchieden geſtalten, je nachdem man daſſelbe durch gleichgerichtete oder durch Wechſelſtröme erzeugt.

Die Meinungen kommen dahin überein, daß für mächtige Einzellichter von großer Tragweite die gleichgerichteten Ströme den größeren Effekt haben, da nur dann der höchſtleuchtende flache Krater an der ſtets poſitiven Kohlen-Elektrode ſich erzeugt. Für die Lichttheilung mittelſt elektriſcher Kerzen iſt faſt eben ſo ſicher die Anwendung von Wechſelſtrömen das Geeignetere. In anderen Fällen gehen die Meinungen auseinander, oder auch es werden beide Methoden der Stromleitung für brauchbar erachtet. Wir haben augenblicklich in Berlin ein Beiſpiel. Dieſelben

Hefnerſchen Differentiallampen werden in der Halle des Anhaltiſchen Bahnhofes und den drei großen Stadtbahn-Stationen von Wechſelſtrom-, auf der Leipziger Straße von Gleichſtrom-Maſchinen geſpeiſt.

Wie gelegentlich bereits erwähnt (in Nr. 6), werden jedenfalls noch jetzt Wechſelſtrom-Maſchinen nicht nur gebraucht, ſondern ſogar neu konſtruirt.

100. Gramme in Paris hatte in der Aufnahme, die dort die Jablochkoffſchen Kerzen gefunden haben, die Anregung, eine Wechſelſtrom-Maſchine nach dynamo-elektriſchem Princip zu concipiren. Das Schema derſelben iſt folgendes:

Den *rotirenden* Körper bilden mehrere Elektromagnete, die wie die *Speichen* eines Rades um die Drehungsachſe gruppirt ſind; ihre Polſchuhe bilden (mit Zwiſchenräumen) die *Felgen* des Rades. Die Magnetiſirung dieſer Elektromagnete erfolgt entweder nach dem in der Hauptmaſchine ſelbſt zum Ausdruck gebrachten dynamo elektriſchen Princip, oder mittelſt einer Dynamo-*Hilfs*maſchine.

Den radförmigen Rotationskörper umgiebt in Minimalabſtand ein Ring aus weichem Eiſen, der viermal ſo viele Gruppen Drahtumwindung hat, als Elektromagneten vorhanden ſind; alſo 32, wenn die Zahl der letzteren 8 iſt.

Durch Drahtbürſten, Klemmen, Umſchalter iſt es ermöglicht, nach Belieben 32 einzelne von einander unabhängige Ströme aus der Maſchine abzuſenden, oder mehrere Drahtrollen zu Gruppen für weniger, aber ſtärkere Ströme zu kuppeln. Da die Polarität der ſpeichenförmig geſtellten Elektromagnete alternirt, d. h. je ein Nordpol zwiſchen zwei Südpolen liegt, da nach dem Inductionsgeſetze von der Polarität des inducirenden Magneten die Stromrichtung in der Inductorrolle — hier den Drahtgruppen auf dem äußeren Ringe — abhängt, da endlich die einzelnen Drahtrollen von einander unabhängig ſind, durch die mechaniſche Einrichtung der Maſchine aber in jeder gewünſchten Combination miteinander verbunden werden können, ſo kann mau ganz nach Belieben die Drahtrollen des äußeren Ringes auf *Quantität* oder auf *Spannung* kuppeln, ſowie andererſeits *gleichgerichtete* oder *Wechſelſtröme* aus der Maſchine abſenden.

Das letzte bekannt gewordene Grammeſche Modell dieſer Lichtmaſchine hat ſechs rotirende, radſpeichenförmig geſtellte Elektro-

Digitized by Google

magnete. Jede Umwickelungsgruppe des feſten Ringes beſteht aus einem doppelten Draht, den man nach Belieben neben- und hintereinanderſchalten und ſo nach Bedarf einen Spannungsſtrom (für kleine elektriſche Kerzen) bezw. einen Quantitätsſtrom (für große Kerzen) erzeugen kann. Die Rotationsachſe trägt neben den Speichen-Elektromagneten an dem einen Ende einen Gramme-ſchen Ring der (Nr. 86, 87) beſchriebenen Art zwiſchen zwei mit den halbkreisförmigen Polſchuhen ihn umfaſſenden feſten Elektromagneten. Dies iſt die dynamo-elektriſche Hilfsmaſchine. Die leitende Drahtverbindung derſelben mit der Hauptmaſchine kann man in Bezug auf elektriſchen Widerſtand und ſomit die Stromſtärke ändern.

101. Auch bei Siemens und Halske ſind Wechſelſtrom-maſchinen gebaut worden, die der eben charakteriſirten Grammeſchen in Bezug auf Verwendbarkeit für die elektriſche Beleuchtung mit Theilung des Stromes für verſchiedene Lampengruppen zur Seite oder auch gegenüber zu ſtellen ſind.

Wir verſuchen dieſe Dispoſition mit Worten zu charakteriſiren.

Man ſtelle ſich eine gewiſſe Anzahl — beiſpielsweiſe 12 — horizontal liegende Cylinder vor, die an zwei vertikale Stirnſcheiben (richtiger -Ringe) ſo befeſtigt ſind, daß ihre Achſen die Ecken eines regulären Zwölfecks einnehmen. Dieſes, einen großen Cylinder darſtellende Bündel von 12 kleinen Cylindern denke man ſich ſodann in der Mitte der Länge in der Vertikalen durchſchnitten und um etwas von einander gerückt, ſo daß ein ſcheibenförmiger leerer Raum entſteht, in welchem ſich ſymmetriſch die durch den Schnitt entſtandenen 24 Cylinderflächen paarweiſe gegenüberſtehen. Die 24 Cylinder ſind durch Drahtumwickelung über Kernen gebildete Elektromagnete, die dem ſcheibenförmigen, vorläufig noch leeren Mittelraum ihre Polſchuhe zukehren. Selbſtverſtändlich berühren ſich die Polſchuhe derſelben Seite auch ſeitlich nicht, die Zwiſchenräume ſind aber eben nur hinreichend, um die einzelnen Elektromagnete unter einander räumlich getrennt zu erhalten. Einander die Stirn zukehrend ſind gleiche Pole, aber in der Richtung der Peripherie alterniren ſie. Es folgen ſich demnach, wenn man den vorläufig noch leeren ſcheibenförmigen Zwiſchenraum peripheriſch verfolgt, alternirend nordpolariſche und ſüdpolariſche magnetiſche Felder, genauer geſprochen die Räume, wo ſolche Felder entſtehen

werden, denn vorläufig ſind die 24 kleinen Cylinder nur vorbereitet, Elektromagnete zu werden; ſie ſind es zur Zeit noch nicht.

102. Bis dahin iſt der *feſte* Körper der Maſchine in ſeinen Haupttheilen geſchildert; der rotirende hat folgende Einrichtung:

In der horizontalen Hauptlängsachſe des geſchilderten Körpers liegt die Rotationsachſe des beweglichen Theiles. Dieſer, wie eine vertikale Scheibe oder wie ein Rad geſtaltet, nimmt den bis dahin leeren ſcheibenförmigen Raum zwiſchen den Polflächen der 24 Elektromagnete ein. Das in elektromotoriſchem Sinne weſentliche Organ dieſer drehbaren Scheibe ſind 12 Drahtſpulen, die auf flache Kerne gewickelt im Querſchnitte (in der Richtung der Hauptachſe genommen) als ſchmale ſtehende Rechtecke erſcheinen, ungefähr wie der (Nr. 90 beſprochene) Schuckertſche Flachring.

Man denke ſich eine dieſer Spulen in einem der 12 magnetiſchen Felder der magnetiſirten Magnete, z. B. in einem ſüdpolariſchen, ſtehend. Die Solenoidſtröme des Magneten geben am Südpol wie die Zeiger der Uhr, ſie würden, wenn ſie ſichtbar wären, dem außerhalb ſeitwärts ſtehenden Beobachter am rechten Magneten von oben nach unten rinnend, am linken von unten nach oben ſteigend erſcheinen. Man kann ſich das veranſchaulichen, wenn man eine Sekundenuhr zunächſt in der rechten Hand vertikal ſo hält, daß das Zifferblatt in bedeutender Verkürzung erſcheint: der Zeiger geht von der Ziffer 12 über 3 herunter nach 6; man nehme dann die Uhr in gleicher Art in die linke Hand: der Zeiger ſteigt von Ziffer 6 über 9 nach 12.

Der vorausgeſetzte ſeitliche Beobachter betrachte nunmehr den zwiſchen den beiden Südpolen befindlichen Draht der betreffenden Spule. Sein Querſchnitt iſt — gleichviel aus wie vielen Windungen gebildet — ein ſchmales Rechteck. Die nahen Pole erregen durch Influenz Inductionsſtröme; deren Richtung iſt denen der Solenoidſtröme des Magneten entgegengeſetzt. Es wird demnach in der dem rechts gelegenen Magnetpol nächſten langen Seite des Rechtecks der Strom aufwärts gerichtet, in der andern langen Seite wird er abwärts gerichtet ſein. Beides giebt dieſelbe Richtung; der Durchgang der Drahtſpule zwiſchen *zwei* gleichnamigen Polen *verdoppelt* alſo die Inductionswirkung auf den Draht der Spule. Verfolgt man dieſelbe Spule in das nächſte magnetiſche Feld, ſo iſt hier Alles der Richtung nach umgekehrt. Gleiche inducirende Wirkung erfährt die Hälfte ſämmtlicher Spulen, da

ſie gleichzeitig magnetiſche Felder der einen Polarität paſſirt, die entgegengeſetzte erfährt die andere Hälfte, die in demſelben Momente gleiche Stellung zu den magnetiſchen Feldern der anderen Polarität einnimmt. Man kann, wenn man will, durch einen Commutator die eine Hälfte der Ströme umkehren, bevor ſie die Maſchine verlaſſen und erlangt dann im Leitungsdrahte gleichgerichteten Strom; bedient man ſich aber des Commutators nicht, ſo pflanzt ſich was in der Maſchine vorgeht in die Leitung fort — man erhält Wechſelſtröme.

103. Die Maſchine wird zur dynamo-elektriſchen, indem eine kleine Anzahl der Spulen des ſcheibenförmigen rotirenden Ankers mit kurzem Schluſſe die in ihnen hervorgerufenen Inductionsſtröme an die Elektromagnete abgiebt und dadurch dieſelben magnetiſch anregt und nährt. Als vortheilhafter wurde es dann aber erkannt, die zur Magnetiſirung dienenden Ströme aus einer beſondern dynamo-elektriſchen Maſchine zu entnehmen, die neben der Wechſelſtrom-Maſchine aufgeſtellt iſt und mittelſt beſonderer Riemenſcheibe von demſelben Motor den Bewegungsantrieb empfängt.

Bei dieſer Anordnung iſt die Hauptmaſchine keine dynamo-elektriſche mehr, ſondern eine magnet-elektriſche, da ihr rotirender Anker nur inducirt wird (von den durch die Hülfsmaſchine magnetiſch gemachten Elektromagneten), nicht aber rückwirkend ſelbſt inducirt und den Magnetismus der Elektromagnete ſteigert.

Man wollte durch dieſe Anordnung den Vorzug — wenigſtens zum größten Theile — gewinnen, den die magnet-elektriſche Maſchine unzweifelhaft vor der dynamo-elektriſchen voraus hat.

Bei allen Stromerzeugern, die im äußeren Stromkreiſe durch den elektriſchen Strom eine Arbeit verrichten ſollen, giebt es Schwankungen des Widerſtandes. Zu ſolchen iſt beſonders Gelegenheit — und gleichwohl ſind ſie gerade hier beſonders ſtörend — bei den Lichtmaſchinen, die Bogenlicht erzeugen. Erhöhungen des Widerſtandes beeinträchtigen unter allen Umſtänden die Stromſtärke; dies trifft magnet-elektriſche und dynamo elektriſche in gleichem Grade; bei letzteren tritt aber der empfindliche Umſtand hinzu, daß bei geſchwächtem Strome ſofort der Magnetismus der Elektromagnete und ſomit ihre inducirende Wirkung abnimmt, die Stromſchwächung ſich alſo ſchnell und merklich potenzirt.

Dies vermeidet man bei der Doppelmaſchine. Die kleine ſtreng dynamo-elektriſche — falls ihr Motor nur gleichmäßig

rotirt — liefert, unabhängig von allen Vorgängen im äußeren Stromkreiſe, das erforderliche Quantum Strom in die Hauptmaſchine und macht daher den Magnetismus der Elektromagnete ſtabil.

Der echten (d. h. **Stahlmagnet**-) magnet-elektriſchen Maſchine verbleibt noch der — nicht hoch anzuſchlagende — Vorzug, daß ſie, weil der erforderliche Magnetismus in voller Stärke **vorräthig** iſt, ſofort auch Inductionsſtröme von voller Stärke liefert, während die mit **Elektromagneten** arbeitende dieſe erſt nach einiger Zeit zur vollen Wirkſamkeit gebracht haben kann, wenn der Magnetiſeur nicht ein galvaniſcher Strom von genügender Stärke, ſondern eine dynamo-elektriſche Maſchine iſt.

104. Die vorſtehend (in Nr. 103) gegebene Beſchreibung der Umwickelungsart des Ankers iſt Schellens: „Die magnet- und dynamo-elektriſchen Maſchinen" (2. Aufl. S. 242 bis 250) entnommen. Die Umwickelung iſt dort wiederholt durch Ausdrücke wie „in radialer Richtung", „rechteckig gebogener Draht, deſſen Ebene ſenkrecht zu den Polflächen ſteht" charakteriſirt und entſprechend (ſ. Fig. 120 S. 242) gezeichnet. Bei den drei Wechſelſtrom-Maſchinen neueſten Datums, die der Verfaſſer vorliegender Arbeit aus eigener Anſchauung kennt, ſind die Spulen der rotirenden Anker nicht ſo beſchaffen, ſondern ſie gleichen den Elektromagneten in der Richtung ihrer Drahtlagen, nämlich rechtwinklig zur Rotationsachſe; ſie ſind nur viel flacher und von etwas größerem Durchmeſſer als die Elektromagnete.*) Ihre Drahtlagen enden in vier Kontaktringen, die auf der Rotationsachſe — natürlich iſolirt von derſelben — feſtſitzen. Dieſe vier Meſſingringe haben etwas vorſtehende Ränder, ſo daß die jedem von ihnen zugehörige Bürſte nicht abgleiten kann. Die vier Bürſten bilden die Brücken zwiſchen den in der Maſchine erzeugten zwei Wechſelſtrömen und der Außenleitung — je zwei Wege für Abgang und Rückkehr.

In dem rotirenden Anker der eben beſchriebenen Wechſelſtrommaſchine ſind Eiſenmaſſen möglichſt vermieden und dadurch die Foucaultſchen Ströme und die ſchädliche Erhitzung verhütet.

*) Die rotirende Scheibe mit ihren 12 Inductionsſpulen kommt hiernach auf die Form zurück, die das entſprechende Stück der Alliance-Maſchinen (ſ. Nr. 66) hat.

105. Die Verwendung der Wechſelſtrom-Maſchine von Siemens und Halske zur Erzeugung getheilten elektriſchen Lichtes mag nachſtehend an den in neueſter Zeit ausgeführten Bahnhofshallen-Beleuchtungen in Berlin nachgewieſen werden.

Die erſte bezügliche Anlage iſt die der Anhaltiſchen Bahn.

Die Halle (ſie iſt augenblicklich die drittgrößte unter allen in Europa und Amerika vorhandenen) hat 60 m lichte Breite und 168 m Länge. Sie enthält als Kopfſtation einen Zugangsperron an der der Stadt zugekehrten Stirnſeite, zwei Rand- und zwei Mittelperrons. Der erſtgenannte iſt mit vier, jeder Perron mit fünf Hefnerſchen Differentiallampen, die von der Decke herabhängen, verſehen. Jene vier und die je fünf Lampen der vier Längsperrons bilden die fünf Erleuchtungskreiſe der ganzen Halle.

Die vier Lampen des Querperrons am Kopfe brennen, ſo lange überhaupt während der Dunkelheit Verkehr in der Halle ſtattfindet. Die Lampen des Längsperrons treten nur nach Bedarf in Funktion, alſo vor Abgang eines Zuges in dem Momente, wo dem Publikum der bis dahin geſperrte Zugang zu dem betreffenden Abfahrtsperron freigegeben wird; auf dem betreffenden Ankunftsperron kurz vor Einfahrt eines Zuges; nach Bedarf brennen gleichzeitig mehrere oder auch ſämmtliche Lampenreihen.

Den Strombedarf liefern drei Maſchinen, jede, wie oben beſchrieben, aus einer kleinen primären Hefnerſchen Trommelmaſchine und der größeren Wechſelſtrom-Maſchine beſtehend.

Als Motoren dienen Dampfmaſchinen. Jedes der drei Maſchinenpaare kann — ſo lange überhaupt Dampf vorhanden iſt — nach Belieben ein- und ausgerückt werden. Jede Wechſelſtrommaſchine*) kann zwei Erleuchtungskreiſe mit geſondertem Strom verſehen, und zwar jede beliebige zwei von den fünf Erleuchtungskreiſen. Dies iſt durch einen einfachen General-Umſchalter ermöglicht, der — in ähnlicher Weiſe wie bei Telegraphenleitungen — durch Einſetzen eines Stöpſels in den betreffenden Durchſchnittspunkt des von der Maſchine und des vom Erleuchtungskreiſe kommenden Drahtes den gewünſchten Schluß herſtellt.

106. In gleicher Art ſind die großen Stationen der Stadtbahn — Schleſiſcher Bahnhof, Alexanderplatz, Friedrichſtraße — für

*) Es ſind Maſchinen der vorſtehend in Nr. 104 geſchilderten Einrichtung.

elektriſche Beleuchtung eingerichtet. Wir wählen den Alexanderplatz als Beiſpiel. Die Halle mißt hier (nach Schätzung) 170 m in der Länge bei 30 m Breite und enthält zwei Reihen à 6 Hängelampen (Hefnerſche Differentiallampen von 350 Normalkerzen). Die Lampen ſind contrebalancirt und können auf die Perrons niedergeholt werden; die Drahtkabel, an denen ſie hängen, ſind Theile der Leitung. Jede Reihe von ſechs gehört einem Stromkreiſe an, doch entſpringen beide Kreiſe in derſelben Wechſelſtrommaſchine. Obwohl demnach nur eine Maſchine für alle zwölf Lampen erforderlich iſt, in der That auch immer nur eine Maſchine arbeitet, ſind deren doch zwei vorhanden, um ſofort Erſatz zu haben, falls die in Dienſt ſtehende arbeitsunfähig wird.

Jede Maſchine hat ihren eigenen Motor, eine eincylindrige ſtehende Dampfmaſchine. Die hin- und hergehende Kolbenbewegung derſelben wird in bekannter Weiſe mittelſt Krummzapfen in Rotation einer unter der Decke des Maſchinenhauſes auf Konſolen ruhenden Welle umgeſetzt. Auf dieſer Welle ſitzt eine große Riemenſcheibe, von welcher zwei nebeneinanderliegende Treibriemen ausgehen, von denen der eine zu der Riemenſcheibe der Wechſelſtrom- oder der eigentlichen Lichtmaſchine, der andere zu der kleinen Hilfsmaſchine (primäre Maſchine, Erreger, Stromgeber, Magnetiſeur) führt. Das Verhältniß der drei Riemenſcheiben-Durchmeſſer iſt ſo, daß die Achſe der dynamo-elektriſchen Hülfsmaſchine ungefähr zehnmal, die der Wechſelſtrommaſchine fünfmal ſo ſchnell rotirt, wie die Achſe der Dampfmaſchine. Die Tourenzahl der Hilfsmaſchine beträgt zwiſchen 1000 und 1200, die der Wechſelſtrommaſchine 500 bis 600. Die einzelnen Maſchinenexemplare fallen — auch wenn ſie, ſorgfältig nach demſelben Schema gearbeitet, mit gleich viel Draht verſehen werden — unter ſich immer etwas verſchieden in Bezug auf Widerſtand aus. Es wird daher jedes Exemplar in der Fabrik geprüft und die ihm gemäßeſte Tourenzahl verzeichnet. Es wechſeln demzufolge auf den kleinen Dynamo-Hilfsmaſchinen deſſelben Kalibers die Angaben 1110, 1130, 1150 ꝛc. An Ort und Stelle muß dann nochmals geprüft werden, ob die Maſchine mit der in der Fabrik normirten Tourenzahl auch wirklich ihre Aufgabe erfüllt. Es kann leicht vorkommen, daß, wenn die Leitung ſehr lang iſt, alſo der Widerſtand groß (wie z. B. bei der Station Friedrichſtraße, wo die Halle auf dem linken, das Maſchinenhaus auf dem rechten Spreeufer liegt), nach-

geholfen, die Tourenzahl vermehrt werden muß (was durch Abdrehen der Riemenſcheibe der Hilfs-Dynamomaſchine erreicht wird).

Der Dampf hat auf den in Rede ſtehenden Bahnhöfen noch andere Arbeit zu leiſten: zu heizen, hydrauliſche Aufzüge zu bedienen. Die Dampferzeugung iſt daher permanent, und in den Zuleitungsrohren der Motoren für die Lichtmaſchinen ſteht jederzeit Dampf vor den Admiſſionsventilen, ſo daß zu beliebiger Zeit elektriſcher Strom und elektriſches Licht erzeugt werden kann. Die beiden Maſchinengruppen (je eine Dampfmaſchine, eine primäre Dynamo- und eine Wechſelſtrom-Maſchine) löſen ſich wöchentlich ab, wenn alles gut geht. Wenn aber der funktionirenden etwas zuſtößt, ſo iſt in wenigen Minuten die andere an ihre Stelle geſetzt, was mittelſt eines Umſchalters, wie er oben bei dem Beiſpiele des Anhaltiſchen Bahnhofes charakteriſirt worden iſt, bewerkſtelligt wird.

An jeder Gruppe ſind drei verſchiedene Verfaſſer betheiligt. Die elektriſchen Maſchinen ſind von Siemens u. Halske, die Dampfmaſchine von Egeſtorff, und deren Regulator ein neueres Patent Voß. Das letztgenannte wichtige Organ beſitzt an Federn, Hebeln, Einfallklinken, Centrifuge, Achſen ungefähr ein Dutzend beweglicher Theile, und hier iſt der Ort, wo dem Ganzen am leichteſten etwas zuſtößt. Leider fragt die öffentliche Meinung auf dem Perron, wenn die Lampen einmal trübe brennen oder gar erlöſchen, nicht nach der wahren Urſache; die elektriſche Beleuchtung muß die Fehler ihres unentbehrlichen Dieners und Gehilfen, des mechaniſchen Motors, verantworten.

Das elektriſche Licht kann das möglichſt ſtarke nur ſein bei einer gewiſſen Stromſtärke, die bei gegebener Maſchine und gegebenem Leitungswiderſtande von der Tourenzahl abhängt; die Stetigkeit des Lichtes beruht auf der Stetigkeit des Stromes und der Tourenzahl. Bei der direkten Uebertragung durch Treibriemen kann aber die elektriſche Maſchine gleichmäßig rotiren nur, wenn es die Dampfmaſchine thut. Hier iſt noch etwas zu erfinden, ein einzuſchaltendes Mittelglied, das ähnlich ausgleichend wirkt, wie zwiſchen den Pumpen und dem Rohrnetz einer Waſſerleitung der Windkeſſel; etwa ein elektriſcher Accumulator, der, wenn auch ſeine Einnahme aus etwas pulſirenden und in der Stärke veränderlichen Strömen beſteht, doch ganz gleichmäßigen Strom ausgiebt.

107. Zur Zeit, da dies geſchrieben wird (December 1882) ſind in Berlin noch zwei öffentliche elektriſche Probebeleuchtungen im Gange, die durch Dynamomaſchinen mit gleichgerichteten Strömen geſpeiſt werden. Es iſt dabei Gelegenheit, die Wirkung des getheilten Bogenlichtes und die des Incandescenzlichtes in nächſter Nachbarſchaft mit einander zu vergleichen.

Einige Angaben über beide Beleuchtungsarten erachten wir für zweckmäßige und lehrreiche Ergänzungen der vorſtehend geſchilderten Inſtallationen, bei denen Wechſelſtrom-Maſchinen in Thätigkeit ſind.

108. Seit Anfang September 1882 beſteht in Berlin die erſte Beleuchtung im Freien mittelſt getheilten Bogenlichtes und Hefnerſcher Differentiallampen.

Es brennen 36 Lampen auf eiſernen Ständern, 5,5 m über der Straßenoberfläche; 11 vor dem ehemaligen Potsdamer Thore auf dem Potsdamer Platz; 25 innerhalb, längs beider Trottoirkanten der Leipziger- bis zu deren Kreuzung mit der Friedrichſtraße. Da letztere Strecke 820 m lang und die Straße 22 m breit iſt, ſo ſtehen die Laternen durchſchnittlich rund 70 m von einander entfernt und der Erleuchtungsbereich einer Laterne beträgt rund 7,5 Ar.

Jede Lampe verzehrt ſtündlich 53 mm Kohlenſtab von 11 mm Durchmeſſer.*)

Die Lampen befinden ſich in drei durchaus ſelbſtſtändigen Stromkreiſen. Jeder Stromkreis hat eine Dynamomaſchine und dieſe ihren Motor. Es ſind jedoch nicht drei, ſondern vier ſolcher Maſchinenpaare in demſelben Maſchinenhauſe (Wilhelmſtraße 95, 350 m von der Leipzigerſtraße entfernt) aufgeſtellt, von denen jede in jeden beliebigen der drei Stromkreiſe eingeſchaltet werden kann; die vierte Maſchine iſt in Reſerve.

Zur Stromerzeugung dienen 800 kg ſchwere dynamoelektriſche Gleichſtrom-Maſchinen, Modell D_o mit vertikal geſtellten Elektromagneten (vergl. die Beſchreibung im letzten Abſchnitte von No. 92 und 93; eine ganz korrekte und ſehr deutliche Anſicht von dieſem Modell enthält die achte Auflage des bekannten phyſikaliſchen Lehrbuchs „Müller-Pouillet", Band III, S. 703).

*) Die Kohlen — ſogenannte Dochtkohlen — fertigt die Fabrik „Gebrüder Siemens" in Charlottenburg; ihre Güte wird ſehr gerühmt.

Die mechaniſche Arbeit leiſten 12pferdige Gasmotoren (aus der Deutzer Fabrik; Patent Otto-Langen), die auf ausdrückliches Verlangen der ſtädtiſchen Behörde ſtatt der billigeren Dampfmaſchine angewendet werden mußten, um gelegentlich Erfahrungen darüber zu gewinnen, wie ſich die Leiſtung des Gaſes, wenn es direkt zum Leuchten benützt wird, zu derjenigen verhält, wenn es eine elektriſche Lichtmaſchine treibt. Das Letztere hat ſich ökonomiſch als zehnfach vortheilhaft herausgeſtellt. Dies ändert aber nichts an der Thatſache, daß bei Betrieb im Großen und bei längerer Leuchtzeit die Dampfmaſchine billiger iſt als der Gasmotor.

Die drei Stromkreiſe haben die Längen 1480 m, 1887 m, 1974 m.

Die Seele der Leitungskabel bildet Kupferdraht von 3,4 mm Durchmeſſer. Derſelbe iſt mit Jute umſponnen, die nach einem der Firma Siemens u. Halske patentirten Verfahren mit einer harzigen Maſſe getränkt, darauf mit Blei umpreßt und ſchließlich nochmals mit getheerter Jute umſponnen iſt. Die erzielte Iſolation ſoll ſehr vollkommen und die Herſtellung eine im Vergleich mit Guttapercha billige ſein; auch der Widerſtand gegen mechaniſche und Temperatureinflüſſe wird gerühmt und auf große Dauerhaftigkeit gerechnet.

Die Kabel liegen längs der Laternenreihen frei im Boden, nur mit Backſteinen überdeckt, um bei etwaigen Aufgrabungen auf ſich aufmerkſam zu machen und Verletzungen vorzubeugen. Die nothwendig geweſenen Uebergänge wurden durch Unterbohrung des asphaltirten Straßendammes und eingeſchobene eiſerne Röhren bewirkt, durch welche letztere die Kabel geſchoben wurden. Dieſe liegen, ſoweit ihr Weg zuſammen geht, dicht aneinander, z. B. in der Wilhelmſtraße demnach ſechs Kabel (Hin- und Rückleitung der drei Stromkreiſe).

Jede der drei Dynamomaſchinen hat einen inneren oder weſentlichen Widerſtand*) (Leitungswiderſtand ihrer Wickelung) = 14,3 S. E.

Das Kabel leiſtet pro Kilometer 2,25 S. E. Widerſtand,

demnach im Mittel $\frac{1480 + 1887 + 1974}{3000} \times 2,25 = 4,0$ „ „

Der Widerſtand der 12 Flammenbogen beträgt $12 \times 4,5 = 54,0$ „ „

zuſammen 72,3 S. E.

oder $0,953 \times 72,3 = 68,9$ Ohm.

*) Die elektriſchen Maße ſind nachſtehend (No. 131 u. ff.) erklärt.

Die elektromotoriſche Kraft beträgt 800 Volt, demnach muß die Stromſtärke $= \frac{800}{68,9}$ oder zwiſchen 11 und 12 Ampères betragen.

Hiernach wird die mechaniſche Arbeit von einer Pferdeſtärke in elektriſche von rund eine Ampère Stromſtärke überſetzt und dieſer Strom unterhält — neben Ueberwindung aller anderen Widerſtände — ein Bogenlicht, das durch die matten Glasſcheiben der Laternen hindurch und unter 30 Grad zum Horizont geneigt gemeſſen 880 Normalkerzen Lichtſtärke hat.

109. Siemens u. Halske, von denen — auf Koſten der Stadt — die vorſtehend charakteriſirte Straßenbeleuchtung eingerichtet iſt und betrieben wird, hatten zuvor — auf eigene Koſten — einen Verſuch der Straßenbeleuchtung mit Glühlicht ausgeführt (öſtliches Ende der Kochſtraße, unfern der Fabrik von S. u. H.), der inſofern eine hiſtoriſche Bedeutung hat, als es der erſte bezügliche Verſuch auf dem Continent geweſen iſt (15. Mai bis 15. September 1882). Zwanzig der gewöhnlichen Straßenlaternen dienten als Träger eben ſo vieler Glühlichter à 25 Normalkerzen. Da die Glühlichter demgemäß in etwas größerer Höhe brannten als die Gasflammen, die ſie erſetzten, und deren Leuchtkraft gleich 17 bis 19 Kerzen iſt, ſo war für das Laienpublikum ein Unterſchied im Lichteffekt nicht wahrnehmbar.

Der in Rede ſtehende Verſuch iſt noch darin intereſſant, daß die zur Stromerzeugung benutzte dynamo-elektriſche Maſchine durch eine Dolgorukiſche rotirende Dampfmaſchine (vergl. nachſtehend No. 173) betrieben worden iſt.

110. Neuerdings (ſeit 2. December 1882) iſt in Berlin nun auch die Original-Ediſon-Incandescenz-Erleuchtung in Funktion und Konkurrenz getreten.

Dieſelbe beſteht auf der Strecke der Wilhelmſtraße zwiſchen Unter den Linden und dem Wilhelmsplatze. Auf dieſer rund 400 m langen Strecke ſind in den Zwiſchenräumen der Gaslaternen längs jeder Trottoirkante, in Abſtänden von rund 30 m, im Ganzen 28 Laternen aufgeſtellt. In jeder befinden ſich, traubenförmig geordnet, d. h. die Krümmung des Kohlenfadens nach unten, je 3 Ediſon-Glühlicht-Lampen à 32 Kerzen Stärke. Eine etwas über halbkugelgroße Schale von klarem Glaſe umgiebt als Schutzglocke von unten her die drei Glasbirnen, und ein flach koniſcher hutförmiger Schirm hemmt die Ausbreitung des Lichtes nach oben,

das demnach nur die Straße und die Häuſer bis zur Höhe des erſten Stockwerkes erleuchtet.

Die Farbe des Glühlichtes iſt faſt genau diejenige guter Gasbrenner.

Der Unternehmer dieſer Produktion der Ediſon-Beleuchtung, Vertreter der New-Yorker Ediſon-Geſellſchaft, hat gleichzeitig die vorderen Parterre-Räumlichkeiten ſeines Hauſes mit verſchiedenen Formen von Leuchtapparaten ausgeſtattet.

Den erforderlichen Strom liefert eine von einer 16pferdigen Dampfmaſchine durch Riemen-Transmiſſion betriebene Ediſon-Dynamo, deren Bauart oben (No. 98) geſchildert iſt.

Die Stromleitung iſt ſo angeordnet, daß die Innenbeleuchtung in zwei und die Straßenbeleuchtung in vier Gruppen nach Belieben im Maſchinenraume ein- und ausgeſchaltet werden kann. Ein „Regulator" der früher (No. 33) beſchriebenen Art — hier in Form eines Wandſchränkchens — geſtattet ſehr feine Modifikationen des Widerſtandes. Demzufolge kann, ohne an dem Gange der Maſchine, ihrer Tourenzahl, alſo der hervorgerufenen Stromſtärke etwas zu ändern, Conſum und Production ſtets im Gleichgewicht gehalten werden. Die Funkenloſigkeit, mit der die Maſchine ihre 900 Umdrehungen pro Minute macht, zeugt für ihre gute Regulirung.

111. Ein Vergleich der beiden in der Leipziger- und Wilhelmſtraße eingerichteten elektriſchen Beleuchtungen iſt inſofern nicht recht angänglich, als das Bogenlicht viel reichlicher bemeſſen iſt.

Eine gewöhnliche Straßen-Gaslaterne mit Schnittbrenner giebt ein Licht von 19 Normalkerzen; eine Ediſonſche Drei-Glühlampen-Laterne $3 \times 32 = 96$, alſo ungefähr ſo viel wie fünf gewöhnliche Straßenlaternen.

In der Nachbarſchaft brennen verſuchsweiſe auch Gaslampen nach den Syſtemen von Bray und la Carrière (beide zu etwa 105 Kerzen) und Regenerativ-Brenner von Friedrich Siemens in Dresden (zu 120, nach anderen Angaben 130 Normalkerzen).

Da eine Hefnerſche Differentiallampe durchſchnittlich drei der bisherigen Laternen erſetzt, ſo tritt ſie demnach an Stelle von 57 Kerzen (bei ordinären Schnittbrennern), 288 Kerzen (des Ediſon-Glühlichts), 315 Kerzen (Bray und la Carrière), 360 reſp. 390 Kerzen (Friedrich Siemens). Ihre eigene Leuchtkraft beträgt aber wie oben angegeben 880 Normalkerzen.

Eine Ediſon-Laterne von 3 × 32 = 96 Normalkerzen hat einen Erleuchtungskreis von durchſchnittlich 30 × 12 = 360 □m, mithin kommen auf das Ar Straßenterrain $\frac{1}{3,6} \times 96 = 26^2/_3$ Kerzen.

Eine Differentiallampe von 880 Normalkerzen hat, wie oben berechnet, einen Erleuchtungskreis von 7,5 Ar, mithin kommen auf das Ar Straßenterrain $\frac{1}{7,5} \times 880 = 117$ Kerzen; die Bogenlicht-Beleuchtung der Leipzigerſtraße iſt daher $\frac{117}{26^2/_3} = 4^3/_8$ mal ſo ſtark als die Glühlicht-Beleuchtung der Wilhelmſtraße.

Letztere, in der Farbe dem Gaslicht gleich, wird an vielen Orten von dieſem in Bezug auf Helle erreicht, ja übertroffen, fällt daher dem Unerfahrenen oder Unachtſamen gar nicht als etwas Beſonderes auf; dagegen wird Niemand von dem Effekt des Bogenlichtes unberührt bleiben. Das Bogenlicht iſt durchaus nicht ſo weiß wie das Sonnenlicht, ſondern immer noch gelblich; daß es dem Auge weiß, ja bläulich erſcheint, iſt nur die Folge des Kontraſtes mit dem Rothgelb aller anderen künſtlichen Beleuchtungen, an die wir von Jugend auf gewöhnt ſind.

Das ſo viel lichtſtärkere Bogenlicht iſt bezüglich der erforderlichen Betriebskraft immer noch billiger als das Glühlicht, denn auf jede Differentiallampe von 880 Kerzen kommt eine Pferdeſtärke des Motors, während — nach Ediſons eigener Dispoſition — für die New-Yorker Glühlicht-Beleuchtung nur eine 133 Kerzen-Lichtſtärke durch eine Pferdeſtärke des Motors erzielt wird (Dynamo-Maſchinen von 150 Pferdeſtärke ſollen in maximo 2500 Glühlichter à 8 Kerzen ſpeiſen).

Das Glühlicht hat den großen Vortheil für ſich, daß die einzelne Lampe monatelang fungirt und während dieſer Zeit keine andere Pflege in Anſpruch nimmt, als abgeſtaubt zu werden, während die Bogenlicht-Lampen täglich mindeſtens einmal neue Kohlenſtäbe verlangen.

Zweitens iſt noch abzuwarten, ob der Geſchmack des Publikums ſich ſchließlich für die in Abſtänden von 100 Schritt brennenden, ſchwache Augen durch das matte Glas hindurch blendenden Bogenlichter oder die in den gewohnten kurzen Abſtänden der Gaslaternen aufgeſtellten milderen Glühlichter entſcheiden wird.

Der militäriſche Beurtheiler wird durch die Wahrnehmungen, zu denen ihm die zur Zeit ſtattfindenden Beleuchtungen in beiden Erſcheinungsformen des elektriſchen Lichtes Gelegenheit geben, nur in der auf theoretiſchem Wege gewonnenen Anſchauung beſtärkt, daß für Kriegszwecke beide Formen höchſt werthvoll ſind, daß keine der anderen vorzuziehen iſt, ſondern jede von beiden ihr eigenthümliche Vorzüge beſitzt: das Bogenlicht Glanz und Tragweite; das Glühlicht Theilbarkeit, leichtere Bedienung, noch größere Sicherheit. Die große Verſchiedenheit der Farbe iſt ein Grund mehr, beide Lichtarten zu gebrauchen.

IV. Aufnahme von Lichtmaſchinen in das Kriegsgeräth; ſpecielle Einrichtung derartiger Apparate.

112. Für die nachfolgende Darſtellung waren dem Verfaſſer zwei Abhandlungen von Nutzen:

1) Les appareils de projection de lumière électrique en usage dans les armées européennes; Emploi, histoire et description. Par L. Weissenbruch, lieutenant du génie de l'armée belge. Bruxelles, C. Muquardt & P. Weissenbruch. 1882.

Der Artikel erſchien gleichzeitig in der von der Militärbuchhandlung Muquardt (Herzbach u. Falk) herausgegebenen Revue militaire belge, 2. und 3. Theil des Jahrganges 1882. Der Separatabdruck iſt durch mehrere perſpectiviſche Anſichten*) der in Frankreich eingeführten bezüglichen Kriegsfahrzeuge in transportfähiger Verfaſſung und andere Zeichnungen bereichert, daher für das Studium dem Abdrucke in der „Revue" entſchieden vorzuziehen.

2) Applicazioni militari degli apparecchi foto-elettrici.**) Di E. Pescetto, capitano del Genio. Roma, Voghera. 1882.

Ein Separatabdruck aus dem 2. Theile pro 1882 des

---

*) Sehr ſorgfältige und treue Nachbildungen von Photographien die Sautter, Lemonnier u. Comp. haben anfertigen laſſen.

**) In No. 71 (pag. 526 des vorigen Jahrganges) iſt der Druckfehler „electrici" ſtehen geblieben.

italieniſchen Artillerie- und Ingenieur-Journals. Auch dieſe Schrift iſt ſehr reich mit guten Zeichnungen ausgeſtattet. Zum Theil gleiche, zum Theil andere Stücke veranſchaulichend und demnach die erſtangeführte Schrift ergänzend.

113. So viel bekannt, iſt das älteſte Beiſpiel militäriſcher Anwendung des elektriſchen Lichtes der 1855 von der franzöſiſchen Flotte vor Kinburn im Schwarzen Meere gemachte Verſuch. Es iſt nicht angegeben, welches Stromerzeugers man ſich dabei bedient hat. Wahrſcheinlich einer galvaniſchen Batterie, denn obgleich das Princip der magnet-elektriſchen Maſchine ſchon ſeit 1832 bekannt war (cfr. No. 63), ſo iſt daſſelbe doch erſt 30 Jahre ſpäter durch die Maſchinen der Geſellſchaft Alliance (cfr. No. 66) aus dem phyſikaliſchen Cabinet und Auditorium in das techniſch-praktiſche Leben übergeführt worden.

Man benutzte vor Kinburn als Reflector einen paraboliſchen Spiegel und erzielte nur 250 m Tragweite.

Die Alliance-Maſchinen waren zwar ſehr wirkſam, aber auch ſehr ſchwer und ſehr theuer. Beides erklärt, daß ſie vorläufig nur auf Leuchtthürmen Anwendung fanden.

1859 wurde franzöſiſcherſeits beabſichtigt, bei dem Kriege in der Lombardei vom elektriſchen Lichte Gebrauch zu machen; der Feldzug kam aber früher zum Abſchluß als die bezüglichen Vorverſuche in Paris.

Vor Gaëta, 1861, ſoll Menabrea eine Lichtmaſchine gehabt haben; es iſt aber kein Fall der Anwendung berichtet worden.

1867 trat die Alliance-Maſchine in den Dienſt der franzöſiſchen Marine; die auf den Leuchtthürmen gebräuchlichen Linſenſyſteme (Fresnel) kamen zur Anwendung. Man erreichte bereits, daß man auf 100 m Entfernung die Nummer einer Tonne (Boie) leſen konnte.

Die erſte Anwendung im Felde erfolgte bei der deutſchen Belagerung von Paris. Der Vertheidiger hatte auf den ſüdlichen Fronten naſſe Batterien (50 bis 60 Bunſenſche Elemente) als Stromerzeuger in Benutzung. Auf der Nordfront in der Nähe des Montmartre war eine Alliance-Maſchine aufgeſtellt. Die Erfolge waren mittelmäßig, denn die Tragweite des Lichtes reichte nicht bis zu den entfernteſten Batterien des Angriffes. Unverkennbar war die Ueberlegenheit der magnet-elektriſchen Maſchine gegenüber der Stromerzeugung durch galvaniſche Batterien.

Unſer belgiſcher Gewährsmann äußert, die Franzoſen ſchienen durch ihre halben Mißerfolge das Intereſſe an der electriſchen Lichtfrage damals verloren zu haben, während umgekehrt in Deutſchland dieſelbe mit Eifer verfolgt worden ſei.

114. Allſeitig anregend wirkte ohne Zweifel die von Siemens u. Halske 1873 in Wien ausgeſtellte locomobile dynamo-elektriſche Lichtmaſchine für den Feldgebrauch.

Eben daſelbſt erſchien auch zum erſten Male Gramme's dynamo-elektriſche Ringmaſchine, eingeführt von Sautter und Lemonnier, den damals ſchon angeſehenen Verfertigern von Leuchtapparaten für Leuchtthürme.

115. Von da ab machte Frankreich auch in dieſer Richtung militäriſcher Thätigkeit, Um- und Neubildung die größten Anſtrengungen und ſehr beachtenswerthe Fortſchritte.

Selbſtverſtändlich entſchied man ſich für die Gramme'ſche Ringmaſchine als Stromerzeuger. Als Licht-Condenſator und Projector wurde anfänglich die von Sautter u. Lemonnier conſtruirte Linſen- und Prismenkranz-Combination (cfr. No. 54 bis 56) gewählt, ſpäter der 1877 bekannt gewordene Mangin'ſche Spiegel (cfr. No. 51) ſowohl für die Kriegsmarine wie für das Landheer. Die Anwendung eines Regulators für automatiſche Regulirung des Kohlenſpitzen-Abſtandes erfolgt nur ausnahmsweiſe und dann mittelſt Serrin'ſcher Lampe; Regel iſt vielmehr die Regulirung aus freier Hand (cfr. No. 3). Kleinere Apparate werden durch Kurbelbetrieb bewegt; für die größeren iſt die dreicylindrige Dampfmaſchine, Syſtem Brotherhood angenommen. Dieſes Syſtem iſt ſehr compendiös: Drei Cylinder liegen gegeneinander in der Richtung der drei vom Mittelpunkt nach den Ecken eines gleichſeitigen Dreiecks laufenden Linien; ihre Achſen bilden alſo 3 Winkel von 120°. Die Kolben der 3 Cylinder ſind ſo dick, daß ſie keiner beſonderen Geradeführung bedürfen. In der Mitte der dem Centrum zugekehrten Kolbenflächen ſind mittelſt Gelenken 3 kurze Bläuelſtangen befeſtigt, deren anderes Ende in den Krummzapfen der horizontalen Drehungsachſe greift. Dieſe Anordnung überwindet die todten Punkte in zweckmäßiger Art, denn wenn einer der Kolben einen todten Punkt erreicht hat, z. B. den weiteſten Abſtand vom Centrum, wobei die Bläuelſtange in der Verlängerung des Krummzapfens liegt, ſo iſt gleichzeitig von den beiden anderen Kolben der eine in der Bewegung nach dem

Centrum hin, der andere umgekehrt von demſelben ab begriffen; beide geben — jener mit Stoßen, dieſer mit Ziehen — dem Krummzapfen einen Impuls, der ſofort den todten Punkt des erſten Kolbens überwindet und denſelben nach dem Centrum hinzieht. Hat derſelbe Kolben nach halber Umdrehung ſeinen anderen todten Punkt (Bläuelſtange und Krummzapfen zuſammenfallend) erreicht, ſo wirken die beiden anderen Kolben ebenſo hilfreich, nur mit verwechſelten Rollen. Nach je 60 Grad oder 1/6-Umdrehung iſt einer der drei Kolben in einem ſeiner todten Punkte, über den ihm die anderen beiden hinweghelfen. Jeder todte Punkt iſt immerhin ein ſchwacher Moment, aber die Schwächung iſt ſo geringfügig, und die Momente folgen ſich ſo raſch, daß die Achſe faſt ſo regelmäßig rotirt, als wäre ſie mit einem Schwungrade verbunden; dieſer beſchwerliche Beſtandtheil einer Maſchine, die hin und hergehende Bewegung in kreiſende umſetzen ſoll, iſt ſomit erſpart.*)

Der Dampf wirkt nur auf die nach außen gerichtete Kolbenfläche und ertheilt dem Kolben Impuls nach dem Centrum zu; zurück geht der Kolben zufolge der von dem anderen Kolben dem Krummzapfen ertheilten Drehungstendenz, wobei der Dampf entweicht. Selbſtverſtändlich verwaltet die rotirende Achſe ſelbſt die Dampf zulaſſenden reſp. abſperrenden Schieberventile der 3 Cylinder, und beſitzt die Maſchine gleich allen anderen Dampfmaſchinen Regulator, Probirhähne und ſonſtige Hilfsorgane.

Als Dampferzeuger dienen ſtehende (Fieldſche) Keſſel.

116. Nach Angabe der in No. 112 namhaft gemachten Quellen hat die franzöſiſche Regierung bis jetzt 175 Lichtmaſchinen mit vollſtändiger Ausrüſtung beſchafft, deren weitaus größter Theil der Marine zugetheilt iſt, nämlich 145. Darunter befinden ſich — vorzugsweiſe für die Küſtenvertheidigung beſtimmt — 30 von 6 km Tragweite.

Die 30 im Landkriege zu dienen beſtimmten beſtehen aus: 8 mobilen Apparaten für Beleuchtung zweiter Ordnung; Tragweite

---

*) Ein neueres Modell (1878) beſitzt ein ſcheibenförmiges Schwungrad mit wulſtartiger verſtärkter Peripherie; es befindet ſich dicht an der einen Seitenwand und iſt von ſo mäßigem Durchmeſſer, daß es über das Querprofil der Cylindergruppe nicht hinausragt, alſo nicht füglich ſtören oder Naheſtehende gefährden kann.

bis 3 km; 12 Feld-Apparaten (bis 5 km Tragweite); 10 Feſtungs-Apparaten (bis 7 km Tragweite).*)

Die erſte dieſer drei Kategorien hat auch den Titel „Sperr-fort-Apparat“ (Appareil de fort d'arrêt). Die mittlere Lichtſtärke wird zu 600 becs angenommen (4500 deutſche Normalkerzen), ſoll aber bei der (in No. 6 erörterten) Schrägſtellung der Kohlenſtäbe 50 Procent mehr betragen.

Alle Theile ſind auf einem vierräderigen Wagen aufgeſtellt. Derſelbe hat ein eiſernes Geſtell und hölzerne Räder. Ein ſehr ſorgſam arrangirtes Druckfederſyſtem iſt anſcheinend gut geeignet, ſtarke Stöße beim Fahren für die empfindliche Ladung des Fahrzeuges unſchädlich zu machen. Erſichtlich hat letzteres ſehr große Lenkbarkeit, wie aus der Anſicht des Vorderwagens hervorgeht. Ueber der Hinterachſe ſteht der Fieldſche Dampfkeſſel; über der Vorderachſe nebeneinander eine Kabeltrommel (50 m Leitung) und ein Mangin'ſcher Projector 2. Größe d. h. 40 cm Spiegeldurchmeſſer. Auf dem mittleren Theile des Wagens iſt die Grammeſche Lichtmaſchine untergebracht; daneben ein Kaſten mit dem nöthigen Werkzeug und Hilfsgeräth. Mit der Lichtmaſchine feſt verbunden — dieſelbe Grundplatte, dieſelbe Treibachſe — iſt ein Brotherhood'ſcher Motor von 3 Pferdeſtärke. Der Projector (Mangin von 40 cm) kann beim Gebrauch auf dem Wagen bleiben; er kann aber auch abgenommen und auf einem beſonderen mitgeführten Geſtell poſtirt werden. Letzteres wird man wählen, wenn der Wagen im Ganzen an den geeigneten Aufſtellungspunkt nicht heran kann, oder man ihn vor feindlichem Feuer bergen will. Keſſel, Motor und Lichtmaſchine müſſen immer bei einander bleiben, aber die Lampe kann davon getrennt werden; zur Verbindung dient das vorhandene Kabel.

117. Der Manginſche Projector hat im Ganzen die Form eines liegenden Cylinders von wenig mehr Länge als Durchmeſſer. Seine vordere Stirn iſt nach Art einer Laterne mit Glas in drehbarem Rahmen zum Schutze des Lichtbogens gegen den Wind verſehen. Der die Lampe Bedienende ſteht hinter dem Apparate und kann an dem durch eine Linſe auf ein Blendglas geworfenen Bilde der Kohlenſtäbe deren Abbrennen verfolgen und ihren Abſtand

*) Die Zahlen gelten für Mitte 1881. — 30 Apparate dieſes größten Kalibers ſind außerdem für Küſtenbeleuchtung beſchafft.

reguliren, was vermittelſt eines äußerlich unterhalb des Gehäuſes angebrachten Handgriffes geſchieht, der ein kleines Schrauben-triebwerk regiert. Der Cylindermantel ſelbſt bildet die Blendröhre für das Licht (cfr. No. 49).

Noch iſt eines optiſchen Hilfsorganes zu gedenken, das ſeiner Zeit (in No. 51) zur Vermeidung von Complicationen unerwähnt geblieben iſt — der ſogenannten „plan-cylindriſchen Zerſtreuungs-linſe“ oder vielmehr eines aus mehreren Cylinderſegmenten gebildeten horizontalen Bandes. Echte Linſen, d. h. Kugelabſchnitte, würden gleichmäßige zerſtreuende Wirkung nach allen Richtungen des Raumes haben, dieſelbe Wirkung, die man durch bloßes Verſchieben des Leuchtpunktes aus dem normalen Brennpunkte des Spiegels erreicht. Da nun aber Vergrößerung des Geſichtsfeldes gewöhnlich nur im horizontalen Sinne nöthig, ſolche im vertikalen Sinne aber unnütz, wenn nicht gar ſchädlich iſt, ſo iſt ein Refractor gewählt, der nur horizontal zerſtreut, alſo die durch den Spiegel parallel gerichteten Strahlen vor ihrem Austritt aus der Blendröhre etwas divergirend macht. Damit dies recht gleichmäßig geſchieht, iſt das in Rede ſtehende optiſche Hilfsorgan aus mehreren nebeneinander geordneten, vertikal ſtehenden Cylinderabſchnitten gebildet. Die Bezeichnung: „lentilles plano-cylindriques divergentes“ iſt eigentlich nicht correct, denn „cylindriſch“ iſt nicht „linſenförmig“. Dieſes „Divergir-Glas“ iſt im Innern des Gehäuſes angebracht und kann nach Bedarf ein- und abgeſtellt werden.

Es iſt ſelbſtredend, daß der Projector im Ganzen ſo eingerichtet iſt, daß den difficilen und verletzbaren Theilen Wind und Wetter möglichſt wenig anhaben kann; ferner, daß er einen Mechanismus beſitzt, der Richtungsnahme im vertikalen und horizontalen Sinne bequem und ſicher vermittelt.

Zweckmäßig wird mit dem Projector ein Sucher (Nachtfernrohr) verbunden, um das Einſtellen auf das Beleuchtungsobjekt zu erleichtern.

Der Wagen, vollkommen ausgerüſtet, hat das mäßige Gewicht von 1900 kg und koſtet 13 000 Frcs.

Bei durchſichtiger Luft ſind helle Objekte (Häuſer, Segel) auf 3000 m zu erkennen.

118. Der franzöſiſche Armee-Beleuchtungs-Feldapparat (appareil de campagne), das nächſt größere Kaliber,

ließ ſich nicht mehr auf einem Fahrzeuge zuſammendrängen, ſondern nahm deren zwei in Anſpruch. Das eine trägt den ſtehenden Keſſel, den Motor (Brotherhood von acht Pferdeſtärken) und die Lichtmaſchine; das andere den Projector und alle Requiſiten. Die Lichtſtärke (nominell 2500 becs) beträgt bei günſtigſter Kohlenſtellung bis zu 4000 becs (rund 30 000 deutſche Normalkerzen). Der Maſchinenwagen (ebenfalls Eiſengeſtell, hölzerne Räder, Federn) wiegt 3000 kg und koſtet 15 450 Frcs. Er führt Waſſer und Kohlen für 1 Stunde Arbeitszeit.

Der zweite Wagen, gleichfalls vierrädrig, trägt außer dem Projector, der bei dieſer Kategorie feſt auf dem Wagen iſt, 100 m Leitungskabel und auf der Vorderachſe einen geräumigen Werkzeugkaſten. Er wiegt 1200 kg und koſtet 6900 Frcs. Die neueren Apparate dieſer Kategorie haben Manginſche Spiegel von 60 cm Durchmeſſer; die älteren das Sautter-Lemonnierſche Linſen-Prismen-Syſtem. Letzteres iſt 700 Frcs. billiger als der aplanatiſche Spiegel.

Die Lampen ſind entweder ſolche mit dem Serrinſchen automatiſchen Regulator oder wie bei der vorigen Kategorie auf Handbetrieb eingerichtete von Sautter und Lemonnier.

Neuerdings iſt eine erſichtlich zweckmäßige Abänderung angenommen. Der Projector (nur noch Mangin) iſt nicht mehr auf dem Mitteltheil eines zweiten Wagens feſt, ſondern hat ſein Stativ gleich dem der Apparate erſter Kategorie. Für ſeinen Transport vom Aufſtellungsort des Maſchinenwagens bis zur Gebrauchsſtelle iſt ein zweirädriger Handkarren vorgeſehen, den vier Mann zu transportiren haben. Derſelbe führt neben dem Projector 100 m doppeldrähtiges Kabel (Hin- und Rückleitung) auf einer Haſpel, von der jenes beim Fahren von ſelbſt abläuft. Ein fünfter Mann trägt das Stativ.

Der zweirädrige Karren wiegt beladen 800 kg und koſtet rund 6000 Frcs. (der Projector allein 4980 Frcs.).

Die Tragweite dieſes mittleren Kalibers iſt 5000 m.

119. Der franzöſiſche Feſtungs- (und Küſten-) Leuchtapparat iſt neuerdings von Sautter und Lemonnier in anſcheinend ſehr praktiſcher und jedenfalls ſehr gut und elegant ausſehender Form zuſammengeſtellt: Stehender Keſſel auf der Hinterachſe; die Grammeſche Maſchine (größtes Kaliber; nominell 4000 becs) auf der Vorderachſe in einem ſie ganz umſchließenden parallelepipediſchen Gehäuſe; beim Gebrauch iſt nur eine Klappe in einer Seitenwand

zu öffnen, um das Leitungskabel paſſiren zu laſſen; auf dem Mitteltheile der Wagenplattform der Brotherhoodſche Motor (13 Pferdeſtärken) feſt montirt; die Treibachſe liegt in der Längsmittellinie des Wagens. Der Keſſel hat 10 qm Heizfläche; der Motor macht 475 Touren in der Minute. Der in Rede ſtehende Wagen wiegt in voller Ausrüſtung 5000 kg und koſtet 21 000 Frcs. Projector, Kabel u. ſ. w. werden wie bei den Feldapparaten behandelt; der ſie aufnehmende zweite Wagen wiegt 1200 kg und koſtet 72 000 Frcs. (der Projector 5200). Bei einigen Exemplaren dieſer Gattung iſt das größte Kaliber Manginſcher Spiegel, von 90 cm Durchmeſſer, zur Anwendung gekommen. Die größte Nummer der Manginſchen Spiegel hat ein bis jetzt noch nicht erwähntes optiſches Hilfselement an einem Meniscus (konvexkonkave Linſe), der zwiſchen Spiegel und Flamme ſteht und die direkten Strahlen von dieſer zu jenem etwas beugt. Während das Strahlenbündel zwiſchen Meniscus und Spiegel einem Kegel von 68° an der Spitze angehört, iſt das Strahlenbündel zwiſchen Flamme und Meniscus ein Kegel von 100° an der Spitze; man ſammelt daher mehr Strahlen als dem Krümmungshalbmeſſer des Spiegels nach zur Reflexion gelangen würden. Man müßte denſelben Zweck erreichen, wenn man mit der Flamme näher an den Spiegel heranginge; indeſſen, der Conſtructeur wird ohne Zweifel ſeinen guten Grund zu dieſer Modification gehabt haben.

120. Die in Vorſtehendem gegebene Charakteriſtik der drei Größen oder Kaliber, die von der franzöſiſchen Regierung für das Landheer adoptirt ſind, iſt den beiden, bei dieſer Darſtellung benutzten, im Eingange des Abſchnittes namhaft gemachten Quellen gemeinſam.

Das Nächſtfolgende findet ſich allein bei unſerem belgiſchen Gewährsmanne. Das betreffende Fahrzeug iſt, wie er ſagt, noch nicht auf der vorjährigen Pariſer elektriſchen Ausſtellung geweſen. Der in Rede ſtehenden Broſchüre iſt eine Photographie dieſes Fahrzeuges beigegeben.

Das neue Fahrzeug iſt durch den ihm beigelegten Namen „Auto-Locomobile“ gekennzeichnet. Sein Ausſehen iſt das einer Tender-Locomotive für gewöhnliche Straßen.

Der Maſchiniſt ſteht über den ſehr kleinen Hinterrädern zwiſchen dem Waſſer- und Kohlenkaſten und dem Heizraum. Ein an dieſen ſich anſchließender ſchlanker Röhrenkeſſel nimmt die ganze

Länge des Fahrzeuges ein und trägt — wie bei Lokomotiven üblich — an der vorderen Stirn den Schornſtein.

Auf dem langgeſtreckten Theile des Keſſels zwiſchen dem höheren Feuerkaſten (darüber muthmaßlich ein dampfſammelnder flacher Dom) und dem Schornſtein iſt eine Plattform hergeſtellt, auf welcher hintereinander der Brotherhoodſche Motor und der Grammeſche Stromerzeuger feſt montirt ſind.

Die beiden Vorderräder, etwa 1,5 m im Durchmeſſer, doppelt ſo hoch wie die hinteren, bilden die Triebräder für den Lokomotivdienſt der Maſchine. Sie haben hohe und ſehr breite Felgen mit rauher Bahn, um auf gewöhnlichen feſten Wegen gut zu adhäriren und auf weichen nicht einzuſinken.

Dem Maſchiniſten ſind außer den gewöhnlichen Hähnen und Ventilen der Lokomotiven auch Hebel zur Hand, mittelſt deren er nach Bedarf ſeinen Dampf zur Fortbewegung auf die Triebräder oder zur Stromerzeugung auf den Motor wirken laſſen kann. Die Maſchine wiegt 12 000 kg und koſtet 32 000 Frcs.

121. Außer den vorſtehend erörterten großen, erwähnen unſere zwei Quellen noch jede einen kleinen portativen Beleuchtungsapparat; jede aber einen andern, wie es ſcheint.

Die belgiſche Broſchüre führt an, daß die betreffende Lichtmaſchine, auf Kurbelbetrieb durch vier Mann eingerichtet, ein Licht von 80 Carcel-Brennern (rund 600 Normalkerzen) liefere.

Die Aufgabe dieſer kleinen Apparate iſt Grabenbeleuchtung in Befeſtigungen und der Aufklärungsdienſt im Terrain.

Ein Karren, den zwei Mann ziehen, enthält alle Beſtandtheile; er wiegt 200 kg und nimmt knapp einen Kubikmeter Raum ein. Den Reflector bildet hier ein paraboliſcher Metallſpiegel.

In dunkler Nacht ſind helle Gegenſtände wie Häuſer, Segel u. dgl. bis auf 1 km erkennbar.

122. Unſer italieniſcher Gewährsmann berichtet, daß auf der Pariſer Elektricitäts-Ausſtellung von 1881 — abgeſehen von den zahlreichen Anhängern und Nachahmern der Ringarmatur — Gramme direkt, durch Sautter und Lemonnier, mit 11 Typen vertreten geweſen ſei, von denen 6 ausdrücklich für Kriegsgebrauch beſtimmt waren.

Das kleinſte Kaliber (bezeichnet als Type T), mit Handbetrieb durch zwei Mann, eine Glühlichtlampe ſpeiſend, iſt nur

für den Dienſt der optiſchen Telegraphie beſtimmt. Hier liefern permanente Magnete die Induction. Die Stärke des erzielten Lichtes iſt nicht angegeben, auch nicht in welcher Weiſe die Maſchine montirt iſt — wahrſcheinlich auf einem zweirädrigen Karren.

123. Außer den drei Armee-Normal-Kalibern (AG von 600 becs; CQ von 2500 becs; DQ von 4000 becs) waren noch zwei für den Marinedienſt adoptirte Nummern ausgeſtellt:

Type M von 200 Carcel-Brennern (1500 deutſche Normalkerzen) für die Dampfboote (Dampfbarkaſſen) der Kriegsſchiffe; Type CT, nominell 1600 becs (12 710 deutſche Normalkerzen) für Aviſos und Panzerſchiffe.

Die nominellen Lichtſtärken ſind nur als Ausdruck des Leiſtungsverhältniſſes der einzelnen Kaliber unter einander von Bedeutung. Intereſſanter ſind die Angaben des wirklich gelieferten Lichtes, wobei „mittlere" und „maximale" Leiſtung unterſchieden werden. Die Lichtſtärke variirt je nach dem Winkel, den der das Objekt treffende Lichtſtrahl mit der Achſe des Lichtkegels macht; unter „mittlerer" wird das Mittel aus den verſchiedenen Treffwinkeln verſtanden. Das Maximum wird in der Achſe des Lichtkegels bei ſorgfältiger Auf- und wirkſamſter Schrägſtellung der Kohlenſpitzen erzielt.

Wir haben aus den vorgefundenen Angaben berechnet, wie viel Licht (in deutſchen Normalkerzen) die fünf Grammeſchen Heeres- und Marine-Typen pro Pferdekraft im Mittel und in maximo liefern.

Type	Nominell becs	Beſtimmung	Gewicht der Maſchine kg	Touren pro Minute	Pferdeſtärken	Liefert Licht in Normalkerzen überhaupt		Liefert Licht in Normalkerzen pro Pferdeſt.	
						in Mittel	in max.	Mittel	Maxim.
M	200	Dampfboot	73	1600	1,25	1719	4754	1375	3717
AG	600	Sperrfort ꝛc.	185	820	2,75	3727	9128	1355	3319
CT	1600	Seeſchiffe ꝛc.	390	675	5,25	7721	19020	1471	3622
CQ	2500	Feld-Kaliber	390	1360	8	9440	25100	1180	3138
DQ	4000	Feſtung u. Küſte	1000	475	12	16720	45650	1390	3803

124. Was unſer belgiſcher Gewährsmann vom deutſchen Leucht-Kriegsgeräth weiß iſt Folgendes:

Der Apparat (von Siemens) iſt ſo eingerichtet, daß man ein

Digitized by Google

einzelnes Licht von 12 000 Kerzen und 3500 m Tragweite oder auch zwei Lichtherde zu 4500 Kerzen erzeugen kann.*)

Das geſammte Zubehör iſt auf zwei Wagen vertheilt.

Der eine (la locomobile à lumière), vierrädrig, in Eiſen, auf Federn, enthält den Keſſel, den zweicylindrigen Motor und zwei v. Hefner-Alteneckſche Stromerzeuger nach dem dynamo-elektriſchen Princip, mit dem Motor durch Treibriemen verbunden. Der zweite Wagen (le fourgon de campagne) enthält zwei Siemensſche Linſen-Prismen-Scheinwerfer (Projectoren) mit automatiſchen Lampen. Dieſelben werden zum Gebrauch auf mitgeführte Stative geſetzt. Auch 100 m Doppeldraht in einem Kabel befinden ſich auf dem zweiten Wagen; außerdem alles Werkzeug und ſonſtiges Zubehör. Zu letzterem gehört ein kleiner Sicherheits-Apparat, ein ſogenannter Ableiter (Deviator), der den Strom aufnimmt für den Fall plötzlichen Verſchwindens des Lichtbogens in Folge Zerbrechens der Kohlenſtäbe, wodurch das gefährliche Leerlaufen der Maſchine verhütet iſt.

Dieſes Modell ſtammt von 1874; ein ſpäteres von 1879 hat nur in unweſentlichen Einzelheiten Abänderungen, z. B. Handpumpen ſtatt Injectoren, Feder-Ventile ſtatt ſolcher mit Beſchwerung.

Der Preis beider Wagen ſoll 1879 rund 30 000 Mk. betragen haben.

An einer andern Stelle nennt der belgiſche Autor ſogar die Zahl der betreffenden Apparate, die beſchafft und die Plätze, in denen ſie aufgeſtellt ſein ſollen.

Es miſcht ſich in dieſen Mittheilungen Richtiges und Irriges — wenigſtens nach dem zu urtheilen, was wir unſerer Seits von dem Gegenſtande wiſſen. Da die zuſtändigen Organe der deutſchen Heeresverwaltung bezügliche Mittheilungen noch nicht veröffentlicht haben, glauben wir uns verſagen zu müſſen, die Angaben unſeres Gewährsmannes zu ergänzen oder zu berichtigen.

---

*) Die Beleuchtung deſſelben Objektes mit zwei Lichtern hat den Vortheil, die oft ſehr hinderlichen Schlagſchatten zu mildern. Doch macht ſich dieſer Vortheil erſt geltend, wenn die beiden Lichter um mindeſtens 1/3 des Abſtandes vom Objekte unter ſich von einander entfernt ſind. Bei größeren Leuchtweiten iſt die Abhängigkeit zweier Lichtſtellen von demſelben Stromerzeuger eher hinderlich als förderlich.

125. Dem „Berichte über die elektrotechniſche Ausſtellung zu Paris 1881" von dem öſterreichiſchen Geniehauptmann Heß (Mittheilungen ꝛc. des k. k. techniſchen und adminiſtrativen Militär-comité; Jahrgang 1882, 10. Heft S. 391) iſt die Anſicht einer Siemens'ſchen fahrbaren Einrichtung „älterer Conſtruction" beigegeben und dabei bemerkt, daß eine weit kompendiöſere, ſtatt mit einer großen Lichtmaſchine mit zwei kleineren und mit dem Dolgorukimotor dotirte Combination 1881 in Paris ausgeſtellt geweſen ſei.

Es heißt ferner a. a. O. wörtlich:

„Wenn auch die Hefner-Alteneckſche Lichtmaſchine, welche hier verwendet wird, mit den Grammeſchen Maſchinen vollkommen konkurriren kann*), ſo ſchien doch an dem in Paris ausgeſtellten Exemplare die Einrichtung und Inſtallirung des Motors gegen äußere Alterationen, wie ſie der Gebrauch im Felde mit ſich bringt, weniger unempfindlich, als jene der Brotherhood-Maſchine; auch dürfte die Leiſtungsfähigkeit des Mangin-Reflectors mit den von Siemens bisher verwendeten kata-dioptriſchen Projektoren auch nicht annähernd zu erreichen ſein, und dürfen die von Sautter und Lemonnier gebauten Beleuchtungswagen für Kriegszwecke dermalen wohl als das Vollkommenſte in dieſem Genre angeſehen werden."

Die Einrichtung der Siemensſchen Laterne mit dem Fresnelſchen Scheinwerfer hat derſelbe Verfaſſer in einem früheren Artikel (Mittheilungen ꝛc. Jahrgang 1879, 4. Heft S. 193) erklärt und durch Zeichnung erläutert.

Ueber die Anordnung zweier Lichtmaſchinen für je einen Keſſel und Motor heißt es daſelbſt: „Aus dieſem Arrangement erwächſt der Vortheil, entweder von zwei getrennten Punkten aus gleichzeitig beleuchten**), oder aber die Ströme der beiden Maſchinen nach Bedarf auf Intenſität oder auf Quantität kuppeln zu können, je nachdem man die Lampe von der Maſchine weit zu detachiren oder aber in der Nähe der Maſchine ein Maximum von Licht zu entfalten wünſcht. In letzterem Falle geben zwei gekuppelte mittelgroße Maſchinen beiläufig denſelben Lichteffekt wie eine Maſchine der größten Gattung."

*) Vergleiche die Aeußerung von Crompton vorſtehend in Nr. 97.

**) Auf einen beſonderen Vortheil dieſer Anordnung iſt vorſtehend in der Anmerkung unter dem Text aufmerkſam gemacht. (Nr. 124.)

V. Ergebniſſe von Verſuchen mit Lichtmaſchinen.

126. Die den nachſtehenden Schlußfolgerungen zu Grunde liegenden Verſuche ſind in den letzten drei Jahren mit Maſchinen neueſter Conſtruction und an verſchiedenen Orten: Toulon, Cherbourg, Portsmouth, Kronſtadt, am Schwarzen Meer und in Pola gemacht. Den letzten wichtigen in Chatham ſoll beſondere Aufmerkſamkeit gewidmet werden. Aus den übrigen abſtrahiren wir nur einige lehrreiche Erfahrungen.

Die ſogenannte „Zerſtreuungslinſe" oder das „Divergirglas", wie wir es vorſtehend (in Nr. 117) genannt und beſchrieben haben, iſt ſelbſtredend kein untrennbares Zubehör des Manginſchen aplanatiſchen Spiegels, ſondern kann bei jedem lichtſammelnden und -richtenden katoptriſchen wie dioptriſchen Organ in Anwendung kommen. Wie zu erwarten, findet ſich in den Beobachtungen durchweg die Wahrnehmung verzeichnet, daß mit Verbreiterung des Beobachtungsfeldes Schwächung der Beleuchtung verbunden war. Die Gradationen der Erkennbarkeit bei gleichen Entfernungen, einmal ohne und einmal mit Einſtellung des in Rede ſtehenden Hilfsorgans, zeigen ſich in Bezeichnung wie: „ſehr gut, Einzelheiten erkennbar — gut;" „gut — paſſabel;" „paſſabel — ſchwach;" „ſehr ſchwach — Null." Allerdings vergrößerte ſich der Horizontalwinkel des Beleuchtungsfeldes anſehnlich, letzteres verbreiterte ſich auf das Drei- bis Vierfache. Sehr zutreffend erſcheint daher die Bemerkung: „Zum Aufſuchen von Objekten, deren Lage man noch nicht kennt, iſt das Divergirglas nothwendig." Hat man das geſuchte Objekt gefaßt, z. B. einen Batteriebau, ſo entfernt man das Hilfsorgan und beleuchtet mit voller Stärke.

127. In Bezug auf den Aufſtellungsort des Beobachters finden ſich übereinſtimmend die Empfehlungen: er ſolle im Dunkel, etwas vorwärts und wenn möglich tiefer ſtehen als die Lampe, jedenfalls ſich hüten, ſich von derſelben blenden zu laſſen. — Eine Bemerkung lautet: „Es iſt für den Beobachter immer vortheilhaft, ſich von der Lichtquelle zu entfernen, ſelbſt wenn er dadurch dem Objekte nicht näher kommt."

Uebereinſtimmend wird auch die Wahrnehmung betont, daß Beleuchtung von gleichgiltigen näheren Punkten nachtheilig wirke:

„das dadurch erzeugte Reflexlicht verſchleiert das eigentliche Sehobjekt;" „das nahe vor dem Beobachter auf den Boden fallende Licht blendet ihn."

128. Bei einem Verſuche (in Cherbourg) erwies ſich das elektriſche Licht geeignet, unter Umſtänden ſogar als **Annäherungshinderniß** nützlich zu werden. Sieben kleine Dampfer ſollten die 1700 m breite Hafeneinfahrt zu paſſiren verſuchen, die von einem Licht von etwa 11 000 deutſchen Normalkerzen in einem Horizontalwinkel von 12° längsbeſtrichen war. Nur zwei Bote kamen durch. Die fünf anderen gelang es, unausgeſetzt mit dem Lichtkegel zu verfolgen, ſo daß ſie, unfähig vor ſich zu ſehen und zu ſteuern, ſtoppen mußten.

Dieſe Beobachtung iſt auch anderweitig gemacht worden. So ſollten bei irgend einem nächtlichen Manöver zwei italieniſche Kriegsſchiffe in den Hafen von Ancona einfahren. Das zweite kam in den Lichtkreis des vorangegangenen und mußte daſſelbe erſuchen, dem Lichtkegel eine andere Richtung zu geben, damit es ſeinerſeits weiterzufahren im Stande ſei. So ſoll auch die Dampfergeſellſchaft in Oſtende ſich über den Leuchtthurm von South-Foreland beſchwert haben, der, ſeit er elektriſches Licht hat, die Einfahrt in den Hafen von Dover erſchwere.

129. Vergleichende Verſuche über die Leiſtungsfähigkeit verſchiedener Syſteme fanden 1877 in England ſtatt, um das für **Leuchtthürme** beſtpaſſende zu ermitteln. Die Commiſſion gab ihre Urtheil dahin ab, daß die dermaligen **Siemens**-Maſchinen denen **Grammes**, Modell 1873, überlegen ſeien.

130. Neue Verſuche zum Zwecke der Ermittelung des geeignetſten Syſtems für den **Kriegsgebrauch** ordnete das engliſche Kriegsminiſterium an und beauftragte damit eine aus Mitgliedern der **Militär-Ingenieurſchule** in **Chatham** zu bildende Commiſſion (1 Major, 1 Hauptmann, 4 Lieutenants). Dieſe Verſuche haben 1879/80 ſtattgefunden.

Die in Berlin erſcheinende „elektrotechniſche Zeitſchrift", die im Februar- und Märzheft pro 1881 Auszüge aus dem ſehr ausführlichen Berichte der Prüfungscommiſſion*) brachte, ſagte bei dieſer Gelegenheit:

*) Report on the electric light experiments carried out at the school of military engineering, Chatham 1879/80.

„Da die bisher bekannten Meſſungen ſtarker Ströme in größerem oder geringerem Grade von den verſchiedenen Conſtructeuren beeinflußt wurden, ſo dürfte es von Intereſſe ſein, dieſe von ganz unbefangener Seite ausgeführten Meſſungen kennen zu lernen. Dieſelben gewinnen beſonders dadurch an Werth, daß ein ähnlich umfangreiches Verſuchsmaterial bisher nach Niemandem zu Gebote ſtand."

131. Das Verſtändniß des Chathamer Berichts und der in demſelben abgegebenen Urtheile verlangt Bekanntſchaft mit den elektriſchen Meſſungen und Maßen, die zur Zeit noch nicht allgemein iſt. Wir ſchicken daher der Beſprechung der Chathamer Verſuche einige bezügliche Notizen voraus, die der Kundige zu überſpringen haben wird.

Der im Jahre 1881 in Paris abgehaltene elektriſche Kongreß adoptirte für elektriſche Meſſungen das „Syſtem der abſoluten Einheiten" der British Association*) oder, wie daſſelbe nach den von Thomſon empfohlenen Grundeinheiten — Centimeter, Gramm, Sekunde — kurz bezeichnet wird, das „C.-G.-S.-Syſtem".

Außer den drei genannten Einheiten für Raum, Gewicht und Zeit gilt für Temperaturen der hunderttheilige Thermometer.

Das Syſtem ſetzt als neue theoretiſche *Krafteinheit* das „*Dyn*" (aus dem griechiſchen „dynamis", Kraft, engliſirt), d. h. „die *Kraft*, deren Einwirkung auf ein *Gramm* eine *Sekunde* lang demſelben die Geſchwindigkeit von einem *Centimeter* ertheilt."

Die Schwerkraft ertheilt einem Körper in einer Sekunde die Geſchwindigkeit: am Aequator von 9,78 m, am Pol von 9,83 m, in unſerer Gegend (genau 50 Grad Breite) von 9,809 m = 980,9 cm. Es iſt demnach bei uns ein Gramm = 980,9 Dyns.

Zur *Arbeitseinheit* gewählt iſt das „*Erg*" (aus dem griechiſchen „ergon", Werk, engliſirt), d. h. die Arbeit eines Dyn auf dem Wege von einem *Centimeter*. Das Erg iſt alſo das „Centimeter-Dyn."

Bisher diente und dient noch immer als Einheit zur Meſſung von Arbeitsgrößen das Kilogrammmeter oder Meterkilogramm (km

*) „B. A. for advancement of science". Das „abſolute Maß" für Magnetismus iſt von Gauß, das für die Elektricität von *Weber* begründet. Die B. A. hat das Verdienſt, die *Techniker* dafür gewonnen zu haben.

oder mk), d. h. die Leiſtung: ein Kilogramm einen Meter hoch zu heben, d. h. das Entgegengeſetzte von dem zu thun, was die Schwerkraft anſtrebt. Ein Gramm iſt wie oben angeführt = 980,9 Dyns, alſo ein Kilogramm = 980 900 Dyns. Ein Erg involvirt den Weg von einem Centimeter; der Weg von einem Meter verlangt alſo 100 Ergs. Daher iſt das Meterkilogramm

$$= 98\,090\,000 \text{ Ergs oder } 1 \text{ Erg} = \frac{1}{98\,090\,000} = 0{,}000\,000\,010\,195$$

Meterkilogramm.

Das Erg iſt hiernach ein überaus kleines Maß und man hat zur Bequemlichkeit eine Augmentation desſelben dekretirt, das „Ergten“ (ten, engliſch „zehn“) = 10^{10} Ergs = 10 000 Millionen Ergs = 101,95 Meterkilogramm.

Da man die Leiſtung: 75 Kilogr. in einer Sekunde einen Meter hoch zu heben — als „Pferdeſtärke“ bezeichnet, ſo iſt ein

$$\text{Ergten} = \frac{101{,}95}{75} = 1{,}36 \text{ Pferdeſt.; } 1 \text{ Pferdeſt.} = 0{,}7357 \text{ Ergten.*)}$$

Bei der Kleinheit aller bisher genannten Einheiten hatte die British Association allgemein vorgeſchlagen, daß durch die Vorſetzung von „Mega“ oder „Meg“ das Millionenfache der Einheit beſtimmt ſein ſollte; andererſeits ſollte ein vorgeſetztes „Mikro“ das Milliontel der Einheit bezeichnen.

Von dieſer Feſtſetzung ſcheint praktiſcher Gebrauch nicht gemacht zu werden, wie ſchon die Einführung des „Ergten“ beweiſt und die ſpäter zu erwähnenden Elektricitätsmaße weiter beweiſen.

132. Die Wärmeeinheit war bisher die „Calorie“, d. h. die zur Steigerung der Temperatur von einem Kilogramm Waſſer um einen Temperaturgrad erforderliche Wärmemenge.

Seinem Princip getreu mußte das neue C.-G.-S.-Syſtem das Gramm an Stelle des Kilogramm ſetzen und hat dafür den Ausdruck „Gramm-Calorie“ gewählt.

Nach dem ſogenannten Jouleſchen Geſetz iſt das „mechaniſche Aequivalent der Wärme“ oder das „Arbeitsäquivalent der Wärme-

*) In Deutſchland fährt man einſtweilen fort, nach Meterkilogramm und Pferdeſtärken (Pferdekräften) zu rechnen und das „Ergten“ zu ignoriren. Die Chathamer Verſuchs-Commiſſion hat beide Meßweiſen gebraucht und dadurch das Verſtändniß nicht gerade erleichtert.

einheit" (Calorie alten Stils) = 425 Meterkilogramm und umgekehrt 1 Meterkilogramm = $\frac{1}{425}$ Calorien, d. h. das „caloriſche Aequivalent der Arbeitseinheit" iſt $\frac{1}{425}$ = 0,002353 der Wärmeeinheit.

Für das neue C.-G.-S.-Syſtem ſtellt ſich das Aequivalenten-Verhältniß zwiſchen mechaniſcher Arbeit und Wärme wie folgt:

1 Gramm-Grad-Calorie = 0,0004168825 Ergten;
1 Ergten = 240,9 Gramm-(Grad-)Calorien,
1 Erg = 0,000000024090 Gramm-(Grad-)Calorien.

133. Wenn ein Körper mit poſitiver Elektricität geladen iſt und ein zweiter Körper mit negativer und es werden beide durch einen Leiter verbunden, ſo gehen die entgegengeſetzten Elektricitäten zu einander über, gleichen ſich aus, neutraliſiren ſich, verſetzen beide Körper in den ſcheinbar unelektriſchen Zuſtand. Der Vorgang iſt momentan, wenn die beiden Körper iſolirt ſind und nur eine beſtimmte Menge freier Elektricität enthielten.

Wenn die Ladungen gegenſätzlicher Elektricität den beiden Enden deſſelben Körpers angehören (wie z. B. bei einer gewöhnlichen Elektriſirmaſchine am Conduktor +-, am Reibzeuge —-Elektricität oder bei einer galvaniſchen Säule an Zink- und Kupfer-Pol) und es findet neue Zufuhr ſtatt, ſo wird die im erſten Falle *momentane* Ausgleichung zur *kontinuirlichen*, es entſteht ein elektriſcher (galvaniſcher) *Strom*.

Man bezeichnet als „elektromotoriſche Kraft" (Volta gebrauchte zuerſt den Ausdruck Forza elettro-motrice) die *Urſache*, die *Quelle* der elektriſchen Bewegung, die elektriſche *Spannung*.

Damit Strom entſteht, muß die Elektricität an verſchiedenen Stellen des Leiters ungleiche Spannung haben. Dieſen Unterſchied bezeichnet der Ausdruck „Potential-Differenz". Es iſt „Arbeit" erforderlich zur Erzeugung oder Scheidung entgegengeſetzter Elektricitäten. Wo Arbeit erfolgt, muß eine Kraft thätig ſein. Dies iſt in dieſem Falle die „elektromotoriſche" (auch „galvaniſche Scheidekraft" genannt). Sie entſpricht der Bewegungsurſache tropfbarer Flüſſigkeiten, die man „hydroſtatiſchen Druck" nennt, derjenigen der Gaſe, die man „Spannkraft" nennt. Es iſt ſogar die letztere Bezeichnung auf die Elektricität übergegangen, die man ja noch immer — obwohl mit ſtarkem Mißtrauen gegen die

Richtigkeit der Hypotheſe — als ein „Fluidum", oder als zwei Fluida (poſitive und negative Elektricität) auffaßt. Die ihre wiſſenſchaftlichen Benennungen aus dem Lateiniſchen ſchöpfenden Sprachen gebrauchen „tension", d. h. „Spannung", ſynonym mit „elektromotoriſche Kraft".

134. Der Durchgang des elektriſchen (galvaniſchen) Stromes durch den Leiter iſt je nach deſſen Natur von Wärme-Entwickelung oder von chemiſchen Zerſetzungen, jedenfalls von einer Verſchiebung der Moleküle des Leiters begleitet, die ſich nicht ohne einen die Stromwirkung ſchwächenden „Widerſtand" des Leiters vollzieht. Der Widerſtand wird unterſchieden als „weſentlicher", der ſich im Innern des Stromerzeugers (Stromgenerators, Rheomotors) geltend macht (in der galvaniſchen Batterie, in der Dynamo-Maſchine ꝛc.) und als „Widerſtand im Schließungsbogen" oder dem äußeren Stromkreiſe. Die Summe beider bildet den „Geſammt-Leitungswiderſtand".

135. Wie zuerſt Ohm nachgewieſen,*) ſteht die „Stromſtärke" (J)**), d. h. die Menge der Elektricität, welche die geſchloſſene Kette paſſirt, im geraden Verhältniß zur „elektromotoriſchen Kraft" (E), d. h. der elektriſchen Spannung, welche den Strom in Bewegung ſetzt; ſie ſteht im umgekehrten Verhältniſſe zur Größe des „Geſammtleitungswiderſtandes" (R).**)

Das „Ohmſche Geſetz" lautet demnach:

$J = \frac{E}{R}$***); in Worten: Stromſtärke $=$ $\frac{\text{elektromotoriſche Kraft}}{\text{Geſammt-Leitungswiderſtand.}}$

*) Die galvaniſche Kette, mathematiſch behandelt von Dr. G. S. Ohm. Berlin 1827.

**) Die Buchſtaben weiſen auf die Benennungen, die aus dem Lateiniſchen geſchöpft ſind und von den engliſchen, franzöſiſchen und italieniſchen Phyſikern benutzt werden: Stromſtärke = Intenſität; Widerſtand = Reſiſtenz.

***) Korrekter wäre die Formel zu ſchreiben $J = K \frac{E}{R}$, wobei K einen konſtanten Factor bedeutet, deſſen Betrag von den Einheiten abhängt, nach denen J, E und R gemeſſen werden. Wählt man dieſe Einheiten ſo, daß K = 1 wird, ſo ergiebt ſich $J = \frac{E}{R}$.

136. Die Phyſiker empfanden das Bedürfniß, ein bequem anzulegendes, aller Orten mit Sicherheit herzuſtellendes Maß für die Stromſtärke zu haben.

Man verſuchte es zunächſt (nach Jacobis Vorſchlag) mit dem ſogenannten „chemiſchen" Stromſtärken-Maße, indem man als Einheit einen Strom feſtſetzte, der in einer Minute bei der Temperatur von 0 Grad und dem Barometerſtande = 760 mm einen Kubikcentimeter Knallgas (durch galvaniſche Zerſetzung geſäuerten Waſſers) lieferte.

Das Meſſen mit dieſem Maße bedingte in jedem Einzelfalle ein ſubtiles, mühſames Experiment und entſprach durchaus dem praktiſchen Bedürfniß nicht.

Hierauf ſchuf W. Weber mit der Tangentenbuſſole ein wirkliches Meßinſtrument, das ziemlich leicht zu handhaben iſt. Die Buſſole befindet ſich im Mittelpunkte eines metallenen (Kupfer-) Ringes; jene horizontal, dieſer vertikal und in den magnetiſchen Meridian des Beobachtungsortes geſtellt. So lange der Ring ſtromlos iſt, ſteht die Magnetnadel auf Null, d. h. in der Vertikalebene des Ringes; ſobald Strom durch den Ring geleitet wird, iſt die Nadel der Wirkung zweier Kräfte ausgeſetzt: der Erdmagnetismus will ſie in ihrer bisherigen Stellung feſthalten, der den Ring paſſirende Strom will ſie rechtwinklig auf ſeine, alſo auch auf die Meridianrichtung ſtellen. Das Reſultat iſt eine Ablenkung der Nadel um einen Winkel (δ), deſſen Tangente gleich dem Quotienten: „Stromſtärke (S) dividirt durch die horizontale Wirkung des Erdmagnetismus am Beobachtungsorte" iſt.

Um die Ablenkungen einer Tangentenbuſſole mit der chemiſchen Wirkung des Stromes, deſſen Stärke man meſſen will, zu vergleichen, müſſen in die Strombahn gleichzeitig die Tangentenbuſſole und das die Waſſerzerſetzung bewirkende Voltameter eingeſchaltet werden. Für einen beſtimmten Ort und ein beſtimmtes Inſtrument ermittelt man einen numeriſchen Coefficienten m, und es iſt dann der Werth $m \operatorname{tg} \delta$ gleich der Zahl der chemiſchen Einheiten.

In Deutſchland und bei den üblichen Dimenſionen des Ringes der Tangentenbuſſolen (20 bis 40 cm) iſt m = 65 bis 73. Gälte z. B. für eine Meſſung der Werth m = 70 und die Tangentenbuſſole zeigte 54° Ablenkung, ſo ergäbe ſich die Stromſtärke = 70 tg . 54 = 96,32 nach chemiſchem Maße.

Vorſtehender Nachweis, wie Weber ſeine Stromſtärken-Meſſungen mittelſt Tangentenbuſſole ausgeführt und ausgenutzt hat, wird es demnächſt erklären, warum die moderne Stromſtärken-Bezeichnung des C.-G.-S.-Syſtems aus „Webers“ in „Ampères“ umgewandelt worden iſt.

137. Außer den bis dahin erwähnten elektriſchen Größen oder Werthen iſt noch das „Faſſungsvermögen“ oder die „elektriſche Capacität“ zu beachten. Jeder Körper bedarf eines ihm eigenthümlichen Maßes von Elektricität, um in einen gewiſſen Potentialzuſtand zu gelangen, was man ſich gleichnißweiſe veranſchaulichen kann durch die verſchiedenen Mengen Flüſſigkeit, die man in Gefäße von verſchiedenem Inhalte gießen muß, um in ihnen dieſelbe Höhe zu erreichen.

138. Für ſämmtliche elektriſchen Größen ſetzt das C.-G.-S.-Syſtem Einheiten feſt,*) die aber, analog wie Dyn und Erg, ſo klein ſind, daß für die Praxis Augmentationen (durch Multiplikationen mit Potenzen von 10) ſtatuirt ſind, von denen allein thatſächlich die Elektriker, namentlich die Elektrotechniker Gebrauch machen.

Als Maßbenennungen hat man die Namen von Phyſikern gewählt, die ſich um die Entwickelung der Elektricitätslehre beſonders verdient gemacht haben. Da die Engländer bekanntlich das Abkürzen lieben (was ſie bei „Dyn“ und „Erg“ bewieſen haben), ſo hat Volta den letzten, Faraday die beiden letzten Buchſtaben eingebüßt.

139. Der Widerſtand wird nach „Ohms“ gemeſſen.

Ein Ohm iſt = 10^9 r d. h. das 1000Millionenfache der Widerſtandseinheit (r). Danach das „Megohm“ = 1 Million Ohm; das „Mikrohm“ = 1 Milliontel Ohm. Ein Ohm entſpricht dem Widerſtande von 120 (nach anderen Angaben von 105) lfd. Metern eiſernen Telegraphendrahtes von 4 mm Dicke. Nach anderen Angaben: dem Widerſtande einer Queckſilberſäule von 1 qmm Querſchnitt und 1,0493 m Länge.

Mit der Wahl dieſes Maßes hat das C.-G.-S.-Syſtem ſeinem Princip gerecht werden und zugleich ſich möglichſt der bis dahin viel

*) Näheres über die „abſoluten“ elektroſtatiſchen, magnetiſchen und elektro-magnetiſchen Maße und Einheiten findet man in der von Pfaundler beſorgten, 1881 erſchienenen 8. Auflage des bekannten phyſikaliſchen Lehrbuchs, des ſogenannten „Müller-Pouillet“, Band III, S. 739 u. ff.

benutzten Meſſungsweiſe, der ſogenannten „Siemens-Einheit", nähern wollen. Letztere iſt gleich dem Widerſtande der Queckſilberſäule von 1 qmm Querſchnitt und 1 m Länge bei der Temperatur von 0 Grad. Eine Siemens-Einheit (bisweilen durch die Signatur U. S. bezeichnet) iſt hiernach = 0,953 Ohms.

140. Die elektromotoriſche Kraft wird nach „Volts" gemeſſen. 1 Volt iſt = 10^8 e, d. h. das 100 Millionenfache der elektromotoriſchen Einheit (e). „Mega-Volt" = 1 Million Volts; „Mikro-Volt" = 1 Milliontel Volt. Auch dieſe Wahl iſt erſichtlich ein Compromiß zwiſchen dem Princip des C.G S-Syſtems einerſeits und Praxis und Herkommen andererſeits, denn 1 Volt iſt nahezu gleich (genauer 0,9 bis 0,95) der elektromotoriſchen Kraft eines Daniellſchen galvaniſchen Elementes (Amalgamirtes Zink in verdünnter Schwefelſäure [oder Zinkvitriollöſung] in Thonzelle; Kupfer, die Thonzelle cylindriſch umgebend, in concentrirter Kupfervitriollöſung.*)

141. Die Stromſtärke wird nach „Ampères" gemeſſen. Daſſelbe Maß hieß vor dem Pariſer Congreß „Weber" und figurirt unter dieſem Namen noch in dem Chathamer Bericht. Die Erwägung, daß Weber ſelbſt (wie vorſtehend in No. 136 nachgewieſen) anders notirt hat und Verwechſelungen entſtehen könnten, hat den Congreß bewogen, die bisher in England übliche Bezeichnung „Weber" durch „Ampère" zu erſetzen.

Die Stromſtärke wird auch mit „Farad per Secunde" bezeichnet.

Dem Ohmſchen Geſetze gemäß, nach welchem

$$\text{Stromſtärke} = \frac{\text{elektromotoriſche Kraft}}{\text{Geſammtwiderſtand}},$$

wurde feſtgeſetzt:

$$1 \text{ Ampère} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}} = \frac{10^8 \text{ e}}{10^9 \text{ r}} = 0{,}1\frac{\text{e}}{\text{r}} = 0{,}1 \text{ i (Widerſtands-Einh.)}.$$

1 Ampère entſpricht 10,54 (Jacobi'ſchen) chemiſchen Einheiten,

*) Daniell war der Erſte, der ein ſogenanntes „konſtantes" Element componirte, d. h. eine Quelle zur Erzeugung eines galvaniſchen Stromes, der längere Zeit von gleicher Stärke blieb. Deshalb haben ſich die Phyſiker gewöhnt, nach Daniell's zu rechnen.

In der Praxis iſt D. durch das Bunſen-Element verdrängt, deſſen elektromotoriſche Kraft das 1,8fache derjenigen des Daniellſchen iſt. Demnach iſt 1 Volt = rund ½ Bunſen.

d. h. einem Strome, der durch Waſſerzerſetzung in 1 Minute 10,5 Cubikcentimeter Knallgas liefert, reſp. in einer Stunde aus einer Silberlöſung 3,96 g Silber niederſchlägt.

Da (cfr. den Schluß von No. 136) annähernd das Siebzigfache der Tangente des von der Tangentenbuſſole markirten Ablenkungswinkels (δ) die Zahl der chemiſchen Einheiten giebt, ſo iſt 1 Ampère ungefähr auch $= 7 \operatorname{tg} \delta$.

142. Die Quantität wird nach „Coulombs" gemeſſen. „Quantität" iſt (nach dem Faradayſchen Geſetz) das Product von Stromſtärke mal Zeitdauer; die Quantitätseinheit (q) iſt daher gleich Stromſtärkeneinheit (i) mal Secunde und

$$1 \text{ Coulomb} = \frac{1}{10} q \text{ oder 1 Ampère eine Secunde lang}$$

143. Die Capacität wird aufgefaßt als der Quotient $\frac{\text{Quantität}}{\text{electromotor. Kraft}}$ und gemeſſen nach „Farads"; es iſt

$$1 \text{ Farad} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}} = \frac{10^{-1} \times 9}{10^{8} \times e} = \frac{1}{10^{9}} \text{ der Capacitätseinheit (c).}$$

144. Aus dem Ohmſchen Geſetze folgt, daß:
Die elektromotoriſche Kraft (E) = dem Product aus „Stromſtärke" (J) und Widerſtand (R); in Zeichen $E = J\,R$.

Die Arbeit des Stroms (A), welche nothwendig iſt, um eine Secunde lang eine gewiſſe Stromſtärke (J) zu unterhalten, hängt noch von der elektromotoriſchen Kraft (E) ab; es iſt $A = J\,E = J^2\,R$.

Wenn J, E und R in Einheiten des C.G.S.-Syſtems gegeben ſind, ſo erhält man aus den letzt aufgeführten Formeln die Arbeit (A) in Ergs; in Ergtens aber, wenn man jenes Product durch 10^{10} dividirt.

Wenn J in Ampères und E in Volts gegeben iſt, ſo liefert die Formel $A = J\,E$ die Zahlenwerthe:

$$A \text{ in Ergtens} = \frac{10^{8} \times \text{die gegebenen Volts} \times 10^{-1} \times \text{die gegebenen Ampères}}{10^{10}} = \frac{1}{1000} \times$$

das Product aus den gegebenen Volts und Ampères. Folglich A in Secund-Kilogrammeter $= 0{,}10\,195 \times$ Volts $\times$ Ampères; A in Pferdeſtärken $= 0{,}00\,136 \times$ Volts $\times$ Ampères.

An Stelle des Productes der „Volts" und „Ampères" ($E \times J$) kann in allen Fällen das Product aus „Ohms" und

dem Quadrat der Ampères" (R J^2) genommen werden, falls neben der Stromſtärke nicht die elektromotoriſche Kraft, ſondern der Widerſtand bekannt iſt, oder ermittelt werden kann.

145. Das kaloriſche Aequivalent der erforderlichen Arbeit des Stroms iſt in Gramm (=Grad)=Calorien ausgedrückt = dem 0,2409fachen*) des Productes: Volts × Ampères (oder Ohms × Ampères im □).

Bei den Chathamer Verſuchen haben ſehr zahlreiche und ſorgſame elektriſche Meſſungen ſtattgefunden. Es wurden ermittelt: Der Widerſtand im Lichtbogen; die dort geleiſtete Arbeit; die elektromotoriſche Kraft des Stromerzeugers; die im ganzen Stromkreiſe (Stromerzeuger und Leitung) geleiſtete elektriſche Arbeit; die Stromſtärke. Man gebrauchte die Tangenten=Buſſole, Galvanometer, den v. Hefner'ſchen Dynamometer u. ſ. w.

146. Der Prüfung unterzogen wurden in Chatham jene drei Typen Gramme, die vom franzöſiſchen Miniſterium für das Kriegs=Leuchtweſen angenommen ſind; noch eine vierte Gramme'ſche Maſchine; fünf Siemens=Maſchinen (keine ſo groß wie die zwei großen Gramme's); drei Wilde'ſche Maſchinen. Von den letzteren ſoll hier ganz Abſtand genommen werden, da ſie in ihren Leiſtungen hinter den anderen zurückblieben. Die Verſuchsreihe geſtaltete ſich zu einem elektrotechniſchen Wettkampf Gramme — Siemens.

Gramme war bei dem Verſuche mit ſeinen dermalen beſten Typen vertreten. Dies darf wohl mit Sicherheit angenommen werden, da es die ſpeciell für den Kriegsgebrauch vom franzöſiſchen Kriegsminiſterium ausgewählten waren. Daß auch das Trommelſyſtem v. Hefner=Altenecks in dermalen höchſter Vollkommenheit vertreten geweſen ſei, iſt nicht zu erſehen; nach eingeholter Information möchten wir es bezweifeln. Es beſteht in London ein Haus „Siemens Brothers", deſſen Chef William Siemens, Bruder von Werner Siemens in Berlin, iſt. Bei Siemens Brothers werden diejenigen Maſchinen auch verkauft und gebaut die in den Berliner Werkſtätten gebaut werden; aber das Berliner Haus „Siemens u. Halske" iſt — wie die Geburtsſtätte des dynamo=elektriſchen Princips überhaupt, ſo bisher auch der Ausgangspunkt aller Ausbildungen und Vervollkommnungen der Dynamo=Maſchinen Siemens geweſen, denn hier wirken eben

*) cfr. Nr. 132.

Werner Siemens und v. Hefner-Alteneck. Das Berliner Haus iſt, wie uns geſagt worden iſt, weder geſchäftsmäßig von den Chathamer Verſuchen in Kenntniß geſetzt, noch aufgefordert geweſen, ſeine dermalen beſte und mächtigſte Maſchine concurriren zu laſſen. Ob, wenn dies der Fall geweſen wäre, das Syſtem der Trommelmaſchinen in Chatham ein günſtigeres Urtheil gewonnen haben würde, als thatſächlich der Fall geweſen iſt, muß dahin geſtellt bleiben; es kann nachträglich weder behauptet noch beſtritten werden.

Dem Berichte der engliſchen Verſuchs-Commiſſion ſind die Daten der weiter unten mitgetheilten Tabelle entnommen; zum Verſtändniß ſchicken wir folgende Erklärungen voraus:

Gramme, Modell D des engliſchen Berichtes, iſt identiſch mit dem größten Kaliber der franzöſiſchen Kriegs-Leucht-Apparate und dort als „Type D Q" bezeichnet, nominell 4000 becs. Dieſer Stromerzeuger iſt 0,95 m lang, 0,85 m breit, 0,86 m hoch; wiegt 1600 kg und koſtet 9000 Francs.

Gramme, Modell C, iſt identiſch mit dem mittleren franzöſiſchen Kriegskaliber (C A), nominell 2500 becs. Die bezüglichen Zahlen ſind: Dimenſionen: 0,73, 0,55, 0,65 m; Gewicht 390 kg. Preis 6000 Francs.

Dieſe beiden Modelle haben in manchen Ausführungen Stromſammler zu beiden Seiten des Ringes und können nach Belieben auf Spannung (en tension) oder auf Quantität (en quantité) gekuppelt werden. So waren die in Chatham gebrauchten beſchaffen, wie aus einer Bemerkung: „Doppelring" zu ſchließen.

Gramme, Modell A, iſt identiſch mit dem drittgrößten franzöſiſchen Kriegskaliber (A G), nominell 600 becs. Dimenſionen 0,70, 0,40, 0,58 m; Gewicht 185 kg; Preis 2000 Frcs.

Bei den Verſuchen wurden zwei Exemplare dieſes Typus neben einander geſchaltet, aber auch die einzelnen Exemplare verſucht.

147. Von den Siemens-Maſchinen ſcheint in vier Exemplaren dasjenige Modell in Verwendung geſtanden zu haben, das in dem Werke: Schellen, „die magnet- und dynamo-elektriſchen Maſchinen"; 2. Auflage, Cöln 1882 — Seite 195 in perſpectiviſcher Anſicht dargeſtellt, und Seite 196 durch folgende Angaben characteriſirt iſt: Die mittlere Sorte iſt 0,757 m lang, 0,70 m breit,

0,284 m hoch; die Trommel 0,456 m lang; Gewicht 200 kg.*) Ob die in Chatham gebrauchten vier Exemplare genau dem Bilde a. a. O. entſprochen, namentlich ob ſie einen Collector mit 56 Strahlſtücken gehabt haben oder ob ſie von früherem Datum und mit wenigertheiligem Collector verſehen geweſen ſind, konnten wir, trotz gemachten Verſuches, leider nicht feſtſtellen.**) Gleichwohl iſt dies ein wichtiges Moment, da, wenn die zweite Eventualität — wenig Abtheilungen des Umwickelungsdrahtes der Trommel — zuträfe, ein Hauptvorwurf, der des ſtarken Funkenſprühens, ſich beruhigend erklären würde, denn die wenigtheiligen Collectoren waren zu jener Zeit ſchon antiquirt.***)

Die Siemens-Maſchinen wurden, entſprechend der Behandlung von Gramme, Modell A (in Frankreich AC), ſowohl paarweiſe neben einander geſchaltet als einzeln verſucht. Von zweien derſelben (ſie werden mit No. 229 und 233 bezeichnet) wird bemerkt, ihre Leiſtungen ſeien weſentlich geringer geweſen, als die der anderen (No. 290 und 293); es ſeien deshalb nur die letzteren mit den übrigen Stromerzeugern verglichen worden.

In einem Anhange zum Commiſſionsbericht wird „eine nachträglich eingegangene" und geprüfte „große" Siemens-Maſchine beurtheilt. Man kann nur aus der angegebenen Stromſtärke (63 Weber) folgern, daß dieſelbe an Größe den Grammes D und C (94 reſp. 81 Weber) nicht gleich kam und die Leiſtungen der beiden gekuppelten Siemens (79 Weber) noch nicht einmal erreichte.

Von dieſer „großen" Siemens-Maſchine ſagt eine Anmerkung

*) Vergl. die Beſchreibung vorſtehend in No. 92 und 93; die Elektromagnete liegen horizontal.

**) Die Firma S. u. H. würde es wohl können, wenn ſie wollte, da im Berichte der Commiſſion die Nummern der Maſchinen genannt ſind.

***) In der citirten Broſchüre des belgiſchen Ingenieuroffiziers wird von dem Syſtem Gramme gerühmt, es habe den Vorzug einer einfacheren Umwickelung, „welche geſtattet, eine größere Zahl Einzelſpulen anzubringen und dadurch die Heftigkeit des ſogenannten Extra-Current und demzufolge die Funkenbildung am Stromſammler zu mäßigen". Auch dieſe Aeußerung beſtätigt indirect die Vermuthung, daß in Chatham ältere wenigertheilige Siemens-Maſchinen fungirt haben mögen.

Ergebniſſe der photo-elektriſchen Verſuche in Chatham.

1	2	3	4	5	6	7	8
Verdienſtnummer nach 14 und 18	Art der Lichtmaſchine	Preis in Mark	Tourenzahl pro Minute nach A	 nach B	Widerſtände in Ohms im Licht-bogen nach A	 im Elektro-magnet (Temperat. = 10° C.) nach B	 im Anker
I			475	500	0,487	0,210	0,116
II	Größte Gramme Type D Q Nr. 297. Motor: 14 pfrd. Brotherhood	7200	475 450 — — — — 400	475	0,498 0,587 0,734 0,719 0,353 0,666 0,661	0,210	0,116
III	Mittlere Gramme Type C Q Nr. 123. Motor: 9 pferd. Maſchine; Treibriemen-Transmiſſion	4800	1200 1100 1000	1200	0,627 0,65 0,768	0,150	0,060
IV	Zwei mittlere Siemens nebeneinander geſchaltet (auf Quantität). Motor wie ad III Maſchine Nr. 290 " " 293	4880	680 — — — 630 580 — — 530	680	0,639 0,560 0,38 0,745 0,459 0,415 0,463 0,405 0,459	0,295 0,300	0,305 0,280
V	Zwei Gramme Type AG nebeneinander geſchaltet. Motor nicht angegeben Maſchine Nr. 229 " " 289	3200	875 — 800 725 650	875	0,549 0,791 1,13 1,18 0,631	0,660	0,420

*) Der engliſche Bericht enthält die Anmerkung: Andere Experimen-

Zuſammengeſtellt aus zwei Tabellen des Berichtes (A und B).

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Elektromotor. Kraft in Volts		Stromſtärken in Ampères		Geleiſtete Arbeit					Erzielte Lichtſtärke in engliſchen Normal- (Parlaments-) Kerzen. Die Kohlenſtäbe ſtanden geneigt		Berichtsnummer nach 19
				in Ergtens pro Sekunde		Procentſätze der geleiſteten elektr. Arbeit		in Pferdeſtärken verbraucht			
nach A	nach B	nach A	nach B	im ganzen Stromkreiſe	im Lichtbogen	im Stromkreiſe	im Lichtbogen		pro Maſchine	pro Pferdeſtärke	
				Nach A		Nach B					
92,11	88,72	93,78		8,09	4,25	89	47,79	15,1	27500	1821	III
83,77 79,14 79,2 75,69 78,67 70 66	83,77	91,29 72,86 64,18 67,31 99,65 66,64 60,78	91,29	7,47 5,57 4,96 4,99 7,63 4,57 3,92	3,89 3,10 2,99 2,97 3,42 2,65 2,4	88	46,37	12,7	22500	1772	IV
69,9 66,05 59,5	69,9	81,22 69,2 54,9	81,22	5,57 4,43 3,16	3,58 3,09 2,32	85	54,48	9,52	19500	2048	I
81,06 80,6 77,49 — 75,88 71,39 70,10 70,77 65,92 }	79,55	74,96 80,34 96,51 66,82 83,54 83,77 77,91 82,96 73,04	83,9	5,93 6,36 7,36 5,21 6,18 5,81 5,32 5,71 4,67	3,537 3,6 3,49 3,32 3,20 2,818 2,77 2,77 2,4	73*)	39,49	13,4	19140	1428	V
88,7 87,1 78,5 70,1 60,7	88,7	68,81 56,4 41,2 35,98 43,14	68,8	5,96 4,84 3,14 2,44 2,55	2,59 2,5 1,915 1,51 1,18	88	47,71	9,55	18300	1916	II

tatoren hätten einen höheren Procentſatz gefunden.

in einer der Tabellen: ſie ſei nicht klaſſificirt worden, „da die Conſtruction des Stromſammlers der Trommel unzuläſſig erſchien". An einer anderen Stelle wird ausgeſagt: die betreffende Maſchine habe zwei Stunden lang (mit 450 bis 480 Touren oder Umdrehungen pro Minute) vorzüglich gearbeitet und ſehr wenig Funken an den Bürſten gezeigt. Bei fortgeſetztem Betriebe fingen die Elektromagnete zu rauchen an; ſie ergaben äußerlich die Temperatur von 67° R (150° F), ſind aber ohne Zweifel in den inneren Lagen des Drahtes viel heißer geweſen. Der Commiſſionsbericht erklärt unumwunden: es ſei „in Folge deſſen für militäriſche Zwecke ein Concurriren mit den zwei größeren Gramme'ſchen Typen nicht möglich". An anderer Stelle findet ſich die Characteriſtik: „alte Form; angekauft 1877".

Für die engere Wahl und Claſſificirung verblieben demnach von fünf Siemens-Maſchinen nur zwei deſſelben Modells, gegenüber vier Grammes von dreierlei Kaliber.

148. Die Commiſſion gab den Maſchinen der engeren Wahl ſieben „relative Verdienſtnummern" hinſichtlich der „im Lichtbogen geleiſteten Arbeit". Dieſelbe fällt zuſammen mit der Gradation nach der erzielten Lichtſtärke.

Die Verdienſtnummer VI iſt dem Maſchinen-Paar sub IV bei der Einzelprüfung zu Theil geworden; ebenſo VII den einzelnen Maſchinen des sub V in Kuppelung auf Quantität verwendeten Paares. In der vorſtehend, Seite 52 und 53 enthaltenen Wiedergabe der Tabellen des engliſchen Berichtes haben wir uns auf die erſten fünf Verdienſtnummern beſchränkt.

149. Dem Zuſammenfaſſen der in 2 reſp. 3 Tabellen getrennten Angaben, und der anderweitigen Gruppirung derſelben, lag der Wunſch zu Grunde, ſie überſichtlicher und kontrolirbarer darzuſtellen, als dies im Originalbericht geſchehen iſt.

Bezüglich der Claſſification der geprüften Lichtmaſchinen (Spalte I) muß aus der Tabelle geſchloſſen werden, daß nur die höchſten Leiſtungen maßgebend geweſen ſind, denn das arithmetiſche Mittel aller Leiſtungen derſelben Maſchine würde eine andere Ordnung bedingen, wie folgende Zuſammenſtellung zeigt:

		1 große Gr.		1 mitt. G.	2 Siem.	1 kl. Gr.
	Verdienſtnummern:	I	II	III	IV	V
Spalte 14	Höchſte Leiſtung	4,25	3,89	3,58	3,537	2,59
	Mittel aus allen Leiſt.		3,06	3,00	3,101	1,940

Auch bei der Ordnung nach den höchſten Leiſtungen bleibt IV nur ſehr wenig hinter III zurück.

Der Zahlen-Gradation der Spalte 14 entſpricht diejenige der Spalte 18. Aus Spalte 18 und 17 iſt Spalte 19 berechnet und danach in Spalte 20 die Rangordnung nach dem ökonomiſchen Reſultate der Verſuche feſtgeſtellt.

Dieſer Vergleichs-Maßſtab erſcheint deshalb hier zuläſſig, weil in allen Fällen nur ein Licht geliefert wurde, daher der Widerſtand im Schließungskreiſe — abgeſehen von dem des Lichtbogens — nicht erheblich und wahrſcheinlich bei den verſchiedenen Verſuchen die Leitungslänge zwiſchen Maſchine und Licht übereinſtimmend geweſen iſt.

Beſonders ausgezeichnet hat ſich hiernach die Grammeſche Maſchine mittlerer Größe (Type CQ). Bei nahezu gleichem Preiſe wie die zwei Siemens und noch etwas geringerer Stromſtärke iſt mit nur $^7/_{10}$ des Kraftaufwandes noch etwas mehr als die gleiche Lichtſtärke erzielt worden.

Die beiden Siemens ſind erheblich hinter allen andern Leiſtungen zurückgeblieben; ihr Licht war demnach weitaus das theuerſte.

Während Siemens bei der Chathamer Konkurrenz mit 1428 Kerzen pro Pferdeſtärke in die letzte Stelle gerückt iſt, hatte er drei Jahre früher — ebenfalls in England — mit 1291 Normalkerzen (Leuchtthurmlicht „bei zerſtreutem Strahl") über Gramme geſiegt, der nur 758 Kerzen erzielt hatte.

150. Die von der Chathamer Commiſſion bei jeder einzelnen Maſchine aufgezählten Vorzüge und Nachtheile laſſen ſich in folgende Hauptpunkte zuſammenfaſſen.

Die Grammeſchen Stromerzeuger haben eine einfache, leicht zu verfolgende Anordnung der einzelnen Stücke. Man kann ihre Bedienung weniger Erfahrenen anvertrauen, ohne befürchten zu müſſen, daß durch Ungeſchicklichkeit Erhitznng und Funkenbildung an den Bürſten hervorgerufen würde. Auch in dieſer Beziehung zeichnet ſich beſonders das mittlere Kaliber aus. Siemens' Maſchinen verlangen eine aufmerkſame und mehr geſchulte Bedienung.

Es wird Niemandem einfallen, gegen dieſe Bemerkung zu proteſtiren; die engliſchen Ingenieurofficiere, die wochenlang beide Syſteme nach- und nebeneinander haben arbeiten ſehen — wahr-

ſcheinlich von denſelben Leuten bedient —, ſind ſo urtheilsberechtigt wie möglich. Die Freunde der deutſchen Firma können ſich nur mit dem Gedanken tröſten, daß in Chatham Siemens-Maſchinen eines überwundenen Standpunktes gearbeitet haben, Maſchinen, die wegen zu vielen Eiſens im Ankerkerne leicht in Hitze geriethen, deren zu wenigtheiliger Collector keine ſtetig ganz ſichere Stromleitung durch die Bürſten vermittelte. Wenn die damalige Commiſſion ſich heute in den Abendſtunden in dem proviſoriſchen Maſchinenhauſe in der Zimmerſtraße aufhielte, ſo würde ſie über die einfache, verſtändliche Anordnung und die bequeme, ſchnell begreifliche Bedienung der Lichtmaſchinen von Siemens und Halske gewiß eine ſehr gute Meinung bekommen.

Als einen Siemens-Nachtheil führt die Commiſſion an:

„Ein unregelmäßiges Functioniren der Lampe bewirkt ſtarke Funkenbildung an den Bürſten und eine raſche Abnützung dieſer, ſowie des Stromſammlers.“

Die Bemerkung an ſich leuchtet vollkommen ein; es iſt nur nicht abzuſehen, warum dies Vorkommniß als ein Nachtheil nur bei Siemens ſich geltend machen ſollte. Unregelmäßiges Functioniren der Lampe ſtört die Leitungsfähigkeit des Lichtbogens; der Strom ſtaut ſich und bricht aus, wo er kann. Sollten ſich dafür die Bürſten bei Gramme nicht eben ſo gut eignen wie bei Siemens?

151. Eine ſehr beachtenswerthe Beobachtung iſt die, daß ſich bei Gramme die Elektromagnete mehr erhitzt haben als der Ring; umgekehrt bei Siemens die Trommel mehr als die Elektromagnete. An den ſchnell rotirenden Inductoren (Ankern) läßt ſich nicht gut beobachten; ihre Ueberhitzung merkt man erſt, wenn die Drahtumſpinnung raucht reſp. der Kautſchukgeruch ſehr merklich wird; es iſt daher ein unzweifelhafter Vorzug, wenn die Maximalerhöhung der Temperatur an den beobachtungsfähigen feſten Elektromagneten ſich einſtellt.

Es läßt ſich von vornherein vermuthen, daß die jetzige Anordnung des Siemensſchen Ankerkerns in Form eines luftigen Gerüſtes dieſem Uebelſtande möchte abgeholfen haben. Wir hörten auch in der That von Maſchinenwärtern, die nicht wiſſen konnten, worauf unſere Erkundigung zielte, daß infolge der Arbeit wohl die Magnete ſich warm anfühlten, aber die Trommeln (Anker) ſich nicht heiß ließen.

Der Bericht von Chatham enthält folgende bezügliche Zahlenangaben:

Die größte Gramme erfuhr durch ſechsſtündigen kontinuirlichen Betrieb (500 Touren) bei Stromſtärke von 58,5 Ampères in den Drähten eine Temperaturſteigerung von 32° R. (71° F.), während die Siemens (680 Touren) bei noch geringerer Stromſtärke (55 Ampères) ſich um 49° R. (110° F.) erwärmten. Derſelbe Temperaturgrad wurde bei der größten Gramme erſt durch Strom von 83,6 Ampères hervorgebracht.

152. Das Nebeneinanderſchalten zweier Maſchinen hat ſowohl bei Siemens wie bei Gramme öfter zu Umkehrungen des Magnetismus der Stromrichtung geführt, was große Störung und Zeitverluſt verurſachte.

Gegen dieſe ſtörende Folge des Nebeneinanderſchaltens hilft die ſogenannte *Kettenſchaltung*, die, wie uns geſagt wurde, zur Zeit der Chathamer Verſuche bei Siemens und Halske in Berlin bereits in Anwendung war, erſichtlich aber nicht in Chatham benutzt worden iſt; ſie beſteht der Hauptſache nach darin, daß der Anker der einen Maſchine mit den Elektromagneten der andern verbunden iſt (und umgekehrt)', und auf dieſem Wege ſeinen remanenten Magnetismus abgiebt.

153. An *elektriſchen Lampen* kamen in Chatham ſieben Conſtructionen in Verwendung. Nach dem Urtheil der Commiſſion iſt für den Kriegsgebrauch die Lampe *Sautter-Lemonnier* mit *Handbetrieb* und ſchräger Kohlenſtellung am beſten geeignet; es iſt die in den Apparaten des franzöſiſchen Heeres eingeführte. Wolle man unter Umſtänden ſich einer *automatiſchregulirten* bedienen, ſo ſei die von *Serrin* meiſtempfehlenswerth.

154. An *Projectoren* waren die Haupt-Rivalen: *Mangin*-Spiegel (zu 90, 60 und 30 cm); *Siemens*: Fresnel-Linſen und paraboliſcher Reflector.

Das Urtheil lautet:

Die Solidität des Spiegels und die bequeme Art, das Licht in den Focus zu bringen, machen den Apparat ſehr geeignet für den Kriegsgebrauch. Der Spiegel von 90 cm iſt doppelt ſo wirkſam wie jeder andere, weshalb ſeine Annahme zu empfehlen iſt.

Der Siemensſche Projector liefert einen Lichtkegel, der an Lichtſtärke dem concentrirteren des Manginſchen ſehr untergeordnet iſt. Die Linſen ſind ſehr in Gefahr, von der Hitze des Licht-

bogens zu ſpringen. Die Feſtigkeit des Manginſchen Spiegels ſichert demſelben eine unbeſtreitbare Ueberlegenheit.

Da die in Vergleich geſtellten Projectoren heute noch ebenſo beſchaffen ſind, wie ſie zur Zeit der Chathamer Verſuche waren, ſo iſt gegen das dort gewonnene Urtheil eine Gegenbemerkung nicht zu machen; nur etwa die hiſtoriſche, daß Siemens und Halske bis jetzt trotzdem an Fresnel feſtgehalten haben. Es wird von der genannten Firma betont, daß durch das Linſen-Prismen-Syſtem nahezu die Hälfte der Lichtſphäre eingefangen wird, während dies bei dem Mangin-Spiegel nur mit einem Kegel von höchſtens 100 Grad der Fall iſt (vgl. oben Nr. 50; 56 bis 58); die dem Objekte zugeſendete Lichtmenge iſt daher merklich größer bei Fresnel. Daß auf beſchränkten Raum durch das concentrirtere Licht des Mangin-Spiegels energiſcher eingewirkt wird und daß er daher weiter trägt — können die Anhänger Fresnels nicht leugnen.

Die eigenen theoretiſchen Erwägungen, wie die praktiſchen Ergebniſſe von Chatham drängen den unbefangenen Beurtheiler auf die Seite von Mangin.

155. Daß die Verſuche in Chatham eine weitreichende Wirkung gehabt haben, geht aus den (in Nr. 105) namhaft gemachten beiden Schriften hervor.

Nachdem Weiſſenbruch in dankenswerther Ausführlichkeit und Genauigkeit die franzöſiſchen Einrichtungen durch Wort und Bild geſchildert, dann einen etwas unſichern, zwei Seiten langen Blick auf Deutſchland geworfen, erledigt er den Reſt ſeines im Titel der Broſchüre enthaltenen Programms: „Die Apparate zur Abgabe des elektriſchen Lichts, die bei den europäiſchen Heeren in Gebrauch ſind“ durch nachſtehende ſummariſche Bemerkung:

„England, Oeſterreich, Italien und Rußland hatten einige Lichtlokomobilen bei Siemens gekauft; aber ſeit den vergleichenden Verſuchen von Chatham haben alle dieſe Staaten die franzöſiſchen Apparate für ihre Panzerbauten und die Küſtenvertheidigung angenommen.

Ebenſo ſteht es mit Holland, der Schweiz, Norwegen, Dänemark, Griechenland, Spanien, ja ſelbſt Japan.“

Pescetto ſchreibt:

„Außer Frankreich, das den Geſammtapparat (Gramme, Mangin, Sautter-Lemonnier) für Heer, Marine nnd Küſten-

vertheidigung adoptirt hat, hat ihn Italien für die Marine und die Küſtenvertheidigung angenommen.

England gleichermaßen benützt denſelben für Küſtenvertheidigung und Panzerſchiffe. Nach eben erfolgter Beſchaffung einer gewiſſen Anzahl derartiger Apparate kam es zur Ausführung der Chathamer Verſuche, durch welche die Angemeſſenheit jener Wahl beſtätigt worden iſt.

Holland, Schweden, Dänemark und Rußland beſitzen an zehn ſolcher Apparate; neuerdings hat die ruſſiſche Artillerie deren zwei erworben.

Oeſterreich hat bereits 13 — für ſeine Panzerſchiffe und die Küſtenvertheidigung — in Dienſt geſtellt. Es ſcheinen dort gegenwärtig noch bezügliche weitere Beſchaffungen im Gange zu ſein.*)

An die genannten Staaten reihen ſich noch Griechenland, Japan und Spanien."

VI. Schlußbetrachtungen und Folgerungen vom militäriſchen Standpunkte.

156. Es giebt zwei weſentlich verſchiedene Erſcheinungsformen des elektriſchen Kohlenlichtes:

das Bogenlicht (räumliche Trennung der beiden leuchtenden Kohlenſpitzen);

das Glühlicht (zuſammenhängende leuchtende Kohle).

Beide Erſcheinungsformen haben die Berechtigung, neben einander für die Praxis des Beleuchtungsweſens benutzt zu werden, da jede vor der anderen etwas voraus hat und in anderer Beziehung ihr nachſteht.

Das Bogenlicht hat für ſich den erheblich höheren Glanz und dementſprechend große Tragweite. Dagegen bietet die unausgeſetzte Erhaltung des beſtwirkenden Abſtandes der Kohlenſtäbe (der unerläßlichen Bedingung höchſtmöglicher und gleichmäßiger Leiſtung) große Schwierigkeit. Die Theilbarkeit des Bogenlichtes iſt — zur Zeit wenigſtens — eine engbegrenzte.

Das Glühlicht hat für ſich die Zuverläſſigkeit und Dauer,

*) Im Dienſtbücher-Verlage der k. k. Kriegsmarine erſchien 1882 M. Burſtyn's „Die elektriſche Beleuchtung in der k. k. Kriegsmarine."

ſobald nur die erſte Einrichtung gut war; die weitgehende Theilbarkeit. Dagegen ſpricht ſeine verhältnißmäßig geringere Leuchtkraft und der größere Aufwand an mechaniſcher Arbeit.*)

157. Es giebt drei weſentlich verſchiedene Verwendungsarten des elektriſchen Kohlenlichtes:

das Einzellicht (eine, höchſtens zwei Lichtſtellen in demſelben Stromkreiſe, der von einem Stromerzeuger elektriſch geſpeiſt wird);

das Theillicht (mehrere Lichtſtellen in demſelben Stromkreiſe — direkt oder mit Stromſpaltung —; oder mehrere Stromkreiſe neben- oder auch hintereinander geordnet von gemeinſchaftlichem Stromerzeuger elektriſch geſpeiſt);

das portative Sekundärlicht (ohne gleichzeitige Thätigkeit eines zugehörigen Stromerzeugers durch ſekundären Strom aus ſekundären Elementen oder Accumulatoren geſpeiſt).

158. Die letztbezeichnete Verwendungsart gehört einſtweilen noch der Zukunft an. Dem was vorſtehend in den Nr. 34 bis 43

---

*) Ediſon beſtimmt eine 30pferdige Maſchine für 250 Glühlichter à 16 Kerzen, beanſprucht alſo keinen größeren Effekt als $\frac{250 \times 16}{30}$ = $133^1/_3$ Kerzen pro Pferdeſtärke.

Bei der für New-York projektirten Central-Beleuchtungsanlage ſollen 150pferdige Maſchinen je 2400 Glühlichter von 8 Kerzen unterhalten, alſo $\frac{2400 \times 8}{150}$ = 128 Kerzen pro Pferdeſtärke.

Maxim macht ſich anheiſchig 6 Lampen à 60 oder 360 Kerzen pro Pferdeſtärke zu liefern.

Bei der Berliner Probebeleuchtung der Leipziger Straße ſpeiſt jede 12pferdige Maſchine 12 Bogenlichter à 880 Kerzen, gewinnt alſo 880 Kerzen pro Pferdeſtärke.

Bei einer Verſuchsbeleuchtung in Wien hat die Bruſh-Compagnie 16 Lampen mit einer 16pferdigen Maſchine geſpeiſt, alſo genau wie Siemens und Halske in Berlin mit einer Pferdeſtärke eine Lampe. Die Bruſh-Lampen ſollen nach der Behauptung der Unternehmer 2000 Kerzen ſtark geweſen ſein, was die urtheilsfähigen Wiener freilich bezweifeln.

Unzweifelhaft erweiſen ſcheint aber nach den wenigen hier angeführten Erfahrungen, daß das Glühlicht koſtſpieliger iſt als das Bogenlicht. Daß es da, wo es auf großen Glanz und große Tragweite ankommt, nicht concurriren kann, bedarf keines Beweiſes.

darüber geſagt worden, iſt hier nur noch folgende Betrachtung hinzuzufügen.

Wenn es gelungen ſein wird, Accumulatoren herzuſtellen, die Strom genug aufſpeichern, um ein mächtiges Einzellicht von großer Tragweite ſtundenlang zu nähren, dann wird jedenfalls für belagerte Feſtungen eine andere als die bisher ins Auge gefaßte Dispoſition zu treffen ſein. Die lokomobilen Apparate werden ſich dann auf die Lampe und den Accumulator beſchränken, und die Ladung der letzteren wird an einer oder an wenigen Centralſtellen mit ſtationären Motoren und Stromerzeugern erfolgen.

Mit dieſem Zukunftstraum darf man für jetzt noch nicht rechnen.

In Ergänzung deſſen was ſeiner Zeit (in Nr. 36 u. ff.) über den Faure'ſchen Elektricitätsſammler mitgetheilt worden iſt, wird bemerkt, daß ſeitdem E. Volckmar (in Paris) eine Verbeſſerung deſſelben hergeſtellt haben will, die derſelbe ſich nunmehr auch im Deutſchen Reiche hat patentiren laſſen. Dieſer neue Accumulator bildet einen mit Blei ausgefütterten mit angeſäuertem Waſſer gefüllten Behälter, deſſen Boden mit iſolirendem Material belegt iſt. In demſelben ſind — von einander iſolirt — durchlöcherte Bleiplatten angeordnet, deren Oeffnungen mit fein zertheiltem Blei angefüllt ſind. Dieſer Accumulator ſoll „verhältnißmäßig" leicht ſein. Der in dieſer Sekundärbatterie aufgeſpeicherte Strom wird augenblicklich zum Betriebe der Maſchine eines Bootes auf der Themſe — angeblich mit gutem Erfolge — verwerthet.

Durch die Münchener Ausſtellung von 1882 ſind noch zwei andere Verſuche zur Löſung der Accumulatorenfrage bekannt geworden.

Otto Schulze (Straßburg) hängt 30 ebene, 20cm hohe Bleiplatten von zuſammen 1,2 qm Oberfläche nebeneinander in zehnfach verdünnter Schwefelſäure auf. Die mittelſt feiner Riffelung und eigenartiger Behandlung mit Schwefel rauh und porös gemachten poſitiven Platten beſchleunigen das Entſtehen und Haften des Bleioxyds ungemein. Ein vollſtändiges Element wiegt nur 10,5 kg. Die elektromotoriſche Kraft eines Elements wird zu 2,15 Volt (wie bei Faure), der Widerſtand zu 0,005 (bei Faure 0,015) Ohm, die Leiſtungsfähigkeit zu 15 000 (bei Faure 24 000) sec kg m, und der Verluſt an Ladungsarbeit zu 50 % angegeben. Eine Batterie von 30 Elementen wurde bei Tage einige Stunden lang durch eine Dynamomaſchine geladen und ſpeiſte Abends ſechs

Ediſon-B-Lampen (à 8 Kerzen Lichtſtärke) fünf Stunden hindurch tadellos. Schulzes Accumulator iſt als ein entſchiedener Fortſchritt zu bezeichnen.

Dr. *Emil Böttcher* (Leipzig) verwendet Zinkplatten und gefältete, rauh gemachte Bleiplatten in verdünntem Zinkvitriol, deſſen Elektrolyſe Zink, Schwefelſäure und Bleiſuperoxyd bildet. Zwiſchen den Elektroden iſt Pergamentpapier eingelegt. Je vier Elemente befinden ſich in gemeinſamen Hartgummikäſten, eine Batterie zu 12 Elementen wiegt bloß 15 kg. Dieſe Apparate ſind für kleine Betriebskraft von 3—4 Pferdeſtärken berechnet, zeichnen ſich durch das geringe Gewicht und große Haltbarkeit aus, ſind jedoch noch ſehr koſtſpielig und laſſen bezüglich der Dauer ihrer Ladung, welche nicht nach Tagen, ſondern nur nach Stunden zu bemeſſen iſt, viel zu wünſchen übrig. Nach Angabe des Erfinders beträgt der Inhalt des einzelnen Elements nach völliger Ladung 60 Stunden-Ampères mit der *anfänglichen* Spannung von 2,6 Volts.

159. Das *Theillicht* iſt unſtreitig berufen, den Bedürfniſſen des bürgerlichen Lebens und des geſchäftlichen, wie des geſelligen Verkehrs im Freien und in geſchloſſenen Räumen aller Art zu dienen. Vom militäriſchen Standpunkte ſind hier keine beſonderen Wünſche und Anſprüche geltend zu machen; alle Verbeſſerungen und Fortſchritte die der Civil-Elektriker in dieſer Richtung macht, werden vom Militär-Elektriker ebenfalls ausgenützt werden können.

Der Wettkampf im bürgerlichen Leben zwiſchen Bogenlicht und Glühlicht iſt noch nicht entſchieden. Die Innenräume ſind wohl heut ſchon verlorenes Terrain für erſteres, mit Ausnahme zeitweiliger dekorativer oder theatraliſcher Effekte; vielleicht behauptet es ſich (beſonders ſeiner größeren Billigkeit wegen) auf Straßen und Plätzen, oder beide Erſcheinungsformen theilen ſich hier in die Herrſchaft.

Zu ſolcher Theilung dürften ſich kriegsbereite moderne Feſtungen mit ihrem weit ausgreifenden Fortgürtel gut eignen: für die eigentliche Nahbeleuchtung auf Höfen, Wallgängen und in Hohlräumen ſind die kleinen und kleinſten Glühlichter angezeigt; zu leitenden Richtobjekten bei nächtlichen Truppenbewegungen aller Art eignen ſich beſſer die Bogenlichter. Bei der Stärke und Weiße ihres Lichtes ermöglichen ſie mehr als jede andere Lichtquelle die Anwendung farbiger Gläſer, die ſo trefflich dazu dienen

Digitized by Google

können, die Orientirung im Dunkeln und das Signaliſiren zu erleichtern.

160. Die Inſtallation einer elektriſchen Kriegsbeleuchtung iſt ſchon mit den heutigen Mitteln praktiſch möglich; ſie verdient unſtreitig einen Platz in jedem fortifikatoriſchen Armirungsentwurf.

Ob und wo dergleichen ſchon geſchehen, iſt bis jetzt den Uneingeweihten noch von keiner Seite verrathen worden. Dagegen hat es an Mittheilſamkeit bezüglich der mächtigen Einzellichter von großer Tragweite — der unbeſtrittenen Domäne des Bogenlichtes — nicht gefehlt.

Bei der Wichtigkeit des Gegenſtandes und mit Rückſicht darauf, daß die Beſchaffungen der Heeresverwaltungen zur Zeit ſich vorzugsweiſe auf dieſen Zweig des elektriſchen Beleuchtungsweſens erſtrecken, erſcheint zum Schluſſe der vorliegenden Arbeit eine zuſammenfaſſende Wiederholung der maßgebenden Erwägungen und Anordnungen gerechtfertigt.

161. Für die Marine liegt die Sache am einfachſten.

Ein Kriegsſchiff hat Raum und Tragfähigkeit genug; es braucht bei der Wahl der Lichtmaſchine mit Volumen und Gewicht derſelben es nicht genau zu nehmen. Im Allgemeinen kann man ſagen: was für Leuchtthürme taugt, kann auch das Kriegsſchiff brauchen. Die Marine wird nicht verſchmähen, die kompendiöſeren und leichteren Apparate, die der Kriegsdienſt zu Lande anſtreben muß, auch für ſich zu nützen; ſie ſind ihr aber nicht unerläßlich.

Daſſelbe gilt im Allgemeinen für die Küſtenbeleuchtung. Die Punkte, wo feindliche Landungsverſuche Ausſicht auf Erfolg haben, ſind bekannt: die Hafeneinfahrten, die Torpedo- und ſonſtigen Sperren haben ihren feſten Ort — es werden daher die Küſtenbeleuchtungs-Dispoſitionen von vornherein ziemlich genau beſtimmte und es werden die Lichtſtationen und Lichtwirkungsbereiche in der Hauptſache ſtationären Charakters ſein.

162. Als Gegenſtand näherer Erörterung verbleibt hiernach nur das Beleuchtungsweſen im Feſtungs- und Feldkriege.

Den Hauptgegenſtand der Betrachtung bilden hier die mächtigen Einzellichter von großer Tragweite. Daneben aber verdienen als eine zweite Klaſſe die ſchwachen Einzellichter Beachtung, die man einſtweilen d. h. ſo lange das portative Sekundärlicht (ſ. Nr. 157 und 158) noch nicht in die Praxis eingeführt iſt, an Stelle deſſelben anzuwenden genöthigt ſein wird.

Digitized by Google

Die mächtigen Einzellichter verlangen Dynamo-Maſchinen als Stromerzeuger. Die galvaniſche Batterie würde bei entſprechender Leiſtungsfähigkeit ſehr voluminös, ſchwerfällig und ſowohl in der erſten Herſtellung als in der Unterhaltung koſtſpielig ausfallen.

163. Jeder dynamo-elektriſch geſpeiſte Leuchtapparat beſitzt fünf Haupttheile.

Dieſelben ſind:

1) der Motor, der die mechaniſche Arbeit leiſtet;
2) der Stromerzeuger, der die ihm zugeführte Bewegung, das Reſultat der mechaniſchen Arbeit, in Elektricität umſetzt;
3) der Stromkreis, d. h. der der Elektricität vorgeſchriebene Ausbreitungsraum außerhalb des Stromerzeugers, in welchem ſie zu beliebiger Verwendung — hier zur Lichterzeugung — zur Verfügung ſteht.

Die Unterabtheilungen des Stromkreiſes ſind:

a. die Leitung — Hinleitung vom Stromerzeuger zur Arbeitsſtelle, hier dem elektriſchen Lichte —; Rückleitung von der Arbeitsſtelle in den Stromerzeuger zurück;

b. die Lampe oder Laterne. Dieſelbe beſteht aus drei Stücken:

α. dem Kohlenträger (Lampe im engeren Sinne) mit Bewegungsvorrichtung. Letztere hat zweierlei Aufgaben: die eigentliche Lichtquelle (den Krater der poſitiven Kohlen-Elektrode) an den richtigen optiſchen Ort zu bringen und zweitens: den richtigen Abſtand der Kohlenſpitzen, der durch das Aufgezehrtwerden der Kohle unausgeſetzt gefährdet wird, zu erhalten.

Der Kohlenträger wird entweder von der Hand des Operateurs, des Licht-Richtenden, oder automatiſch-mechaniſch unter Mitwirkung des elektriſchen Stromes regulirt:

β. dem Projector oder Scheinwerfer, der das Licht zuſammendrängt und auf das Beleuchtungsobjekt richtet.

γ. dem Lampengehäuſe, welches die gegenſeitige Stellung von Licht und Scheinwerfer den optiſchen Anforderungen entſprechend fixirt, das Licht an der nutzloſen und gefährlichen Zerſtreuung hindert, den Bewegungsmechanismus im horizontalen und vertikalen Sinne enthält und dem Operateur ohne Gefährdung ſeiner Sehkraft die Beobachtung des Kohlenglühens ermöglicht.

4) Die Montirung, d. h. die Geſtelle — feſt oder fahrbar — auf denen die wirkſamen Stücke des Geſammtapparates für den Gebrauch oder den Transport oder für beides ſo untergebracht ſind, daß ſie vor Beſchädigung ſicher und zur Verhütung ſchädlicher Schwankungen bei dem Gebrauch feſtgelegt ſind.
5) Hülfsgeräth und Zubehör für den Betrieb.

164. Stationär oder feſt iſt ein Beleuchtungsapparat nur dann, wenn alle ſeine weſentlichen Organe ihren Ort an ſich, alſo auch ihre räumliche Beziehung zu einander abſolut nicht ändern, mithin andere Bewegungen als die durch den Betrieb des Apparates gebotenen gar nicht vorkommen.

Ortsveränderlich oder lokomobil iſt ein Beleuchtungsapparat nur dann, wenn alle ſeine weſentlichen Organe den Platz wechſeln können.

Halbſtationär ſind diejenigen Beleuchtungsapparate, bei denen Motor und Stromerzeuger ſtehende Maſchinen ſind, der Stromkreis aber nach Lage im Raum und Größe, demzufolge auch der Aufſtellungsort der Lampe veränderlich ſind.

Bei Anlagen dieſer Kategorie kann auch ein Theil des Stromkreiſes als oberirdiſche oder unterirdiſche Drahtleitung feſt und nur dafür vorgerichtet ſein, dem wechſelnden Stande der Lampen entſprechend verlängert und verlegt zu werden.

165. Von ganz ſtationären Anlagen wird in Feſtungen nur ausnahmsweiſe Gebrauch gemacht werden können. Das einem einzelnen feſten Punkte zugehörige Leuchtfeld iſt nach Breite und Tiefe im Verhältniß zur meiſt unbeſchränkten Ausbreitungsfreiheit des Angreifers eng begrenzt; es könnte ſich ereignen, daß eine derartige Anſtalt im Verlaufe einer Belagerung gar nicht in Wirkſamkeit zu treten Gelegenheit hätte (was bei der Koſtſpieligkeit derſelben doch ſehr unerfreulich wäre), und daß es dafür an einem anderen Orte an Licht fehlte.

Nur, wo dem Angreifer unvermeidliche Engwege vorgeſchrieben ſind — z. B. Hafeneinfahrten — iſt die Angemeſſenheit ganz ſtationärer Anlagen denkbar.

Wenn die taktiſchen Rückſichten ſie geſtatten — techniſch, pekuniär und fortifikatoriſch ſind ſie erwünſcht, denn ſie gewähren bei feſtem Stande der zu ſo heftiger Rotation beſtimmten Maſchinen einen geſicherten Betrieb, ihre Herſtellung iſt erheblich billiger, da das fahrbare Untergeſtell geſpart wird, und ſie laſſen

ſich in Kaſematten beziehungsweiſe kleinen Panzerthürmen möglichſt gut gegen das feindliche Feuer ſchützen.

166. Die Vortheile der lokomobilen Apparate brauchen nicht hervorgehoben zu werden, ſie liegen auf der Hand. Gegen dieſelben ſpricht neben der größeren Koſtſpieligkeit der Umſtand, daß man ſich — der Fahrbarkeit zu Liebe — gezwungen ſieht, alle Theile möglichſt leicht zu machen, was bei Maſchinen, die ſo große Kraft produciren, ſo heftige Bewegung aushalten ſollen, für Dauerhaftigkeit und Betriebsſicherheit nicht günſtig iſt.

167. Die halbſtationären Apparate ſind demnach ein Kompromiß, der Verſuch, zwiſchen den Gegenſätzen zu vermitteln, die Nachtheile zu halbiren — allerdings unter gleichzeitiger Halbirung der Vortheile.

Das letztbezeichnete Syſtem empfiehlt der engliſche Ingenieur-Major Armſtrong*) in ſeinem Berichte über die Pariſer elektriſche Ausſtellung. Er betont die Beſchränkung der Leiſtungsfähigkeit in Strom und Lichtſtärke, die man ſich auferlegen müſſe, um zu große Belaſtung der Fahrzeuge zu vermeiden; nun bedinge aber die große Tragweite des heutigen Geſchützes, daß man im Gegentheil immer mächtigere Lichtquellen herſtelle; dies ſei nicht anders zu erreichen als durch feſte Maſchinen und ein feſtes Netz von Leitungen, an welche man die nach Umſtänden an den verſchiedenſten Punkten aufzuſtellenden Lampen überall durch Einſchaltung müſſe anſchließen können.

Es laſſen ſich viele Fälle denken, in denen das Syſtem der halbſtationären Beleuchtungs-Apparate zweckmäßig wäre, aber durchaus nicht alle Fälle werden darin die beſte Löſung finden. Schon die Vertheidigung, jedenfalls aber der Angriff wird die ganz fahrbaren Apparate nicht entbehren können.

Dieſes Syſtem wird jedenfalls das ökonomiſchere ſein.

Je länger der Weg zwiſchen Stromerzeuger und Lampe iſt, ein deſto größerer Stromantheil wird von dem Widerſtande in der Leitung verzehrt und wird nicht zu Licht. Fontaine hat eine Verſuchsreihe bekannt gemacht, wonach — bei Leitungsdraht von 10 qmm Querſchnitt — die Verlängerung der Leitung von 100

---

*) Nach dem Namen zu ſchließen, der Vorſitzende der vielgenannten Prüfungs-Commiſſion von Chatham.

auf 2000 m mit 61 Procent Verluſt des Effekts, d. h. der pro Pferdeſtärke erzielten Lichtſtärke, bezahlt werden mußte, wie folgende Tabelle zeigt:

Leitungslänge in m	Tourenzahl pro Minute	Erzielte Lichtmenge pro Pferdeſtärke in deutſch. Normalkerzen	Procent
100	750	2031	100
500	950	1117	55
1000	1100	958	47
2000	1350	791	39

Ferner: Die halbſtationären Anlagen dienen ihrem Zwecke nur an dem einen Orte; jede einzelne Feſtung muß damit ausgerüſtet ſein; ſie können ſich nicht gegenſeitig aushelfen. Die Ausſtattung iſt überdies eine doppelte: für die Offenſive wie für die Defenſive. Nur wenige Staaten ſind ſo reich, daß ſie dem neuen Zweige der Kriegsausrüſtung mit vollen Händen Mittel zu ausgedehnteſten Beſchaffungen zuwenden können. Aber ſelbſt die reichſten werden Bedenken tragen, bei dem dermaligen Stande der Elektrotechnik, wo noch Manches zu wünſchen iſt, täglich aber auch Verbeſſerungen erſonnen werden, ſich ſofort im denkbar größten Umfange mit photoelektriſchen Einrichtungen zu verſehen.

Nach alledem iſt es erklärlich, daß die Heeresleitungen vorzugsweiſe den fahrbaren Beleuchtungsapparaten ihre Aufmerkſamkeit zuwenden. Uebrigens ſtellen dieſe dem Conſtructeur die ſchwierigſte Aufgabe; was hier tauglich und wirkſam befunden wird, gewährt zugleich ausreichende Belehrung für Inſtallationen ſtationären oder halbſtationären Charakters.

168. Im Folgenden ſollen nunmehr die oben (Nr. 163) unterſchiedenen fünf Hauptteile jedes dynamo-elektriſchen Leuchtapparates und deren Unterabtheilungen kritiſch erörtert werden.

1. Der Motor.

Die einzig brauchbare Bewegung zur Erzeugung genügend ſtarker Inductionsſtröme iſt die rotirende. Es iſt demnach das maſchinell Einfachſte, daß auch die ſtromerzeugende mechaniſche Arbeit in der Form der Rotation geleiſtet wird.

Der einfachſte Motor iſt dann die menſchliche Muskelkraft, die an der Kurbel wirkt.*) Dazu laſſen ſich füglich nicht mehr als vier Mann anſtellen. Dieſe leiſten zuſammen etwa 25 Kilogrammmeter pro Sekunde oder 1/3 Pferdeſtärke und erzeugen Strom für ein Licht von 500 bis 600 deutſchen Normalkerzen. Durch zwei Mann kann Strom für 350 Kerzen erzeugt werden.

Die Menſchenhand an der Kurbel iſt kein billiger Motor, aber für Kriegsarbeit fällt dieſes ökonomiſche Bedenken nicht ins Gewicht. Wichtiger erſcheint der Einwand, daß es ſehr ſchwer ſei, mit Handbetrieb an der Kurbel jene ſtreng gleichmäßige Geſchwindigkeit feſtzuhalten, die eine Grundbedingung für ſtetige Stromſtärke und ſtetiges Licht iſt. Dies wird allerdings kaum zu erreichen ſein, wenn man es dem Gefühl der Kurbelnden überläßt; aber leicht bei Anwendung eines Metronoms, eines tönenden Touren-Zählers.

Wir denken uns das folgendermaßen. Die Kurbelwelle iſt mit zwei diametral von einander entfernten Daumen verſehen, die ein an einer Feder befeſtigtes Hämmerchen bei jeder Umdrehung zweimal auslöſen und zu hörbarem Anſchlagen veranlaſſen. Zum Apparat gehörig, aber unabhängig von ihm aufſtellbar iſt ein Pendel nach Art des von den Muſikern benutzten Metronoms, welches ſeine Schwingungen ebenfalls durch Anſchlagen hörbar macht. Die Leute an der Kurbel haben dann nur ſo zu drehen, daß ſtets ein Schlag des Metronoms zwiſchen je zwei Schläge ihrer Maſchine fällt.

Zu beſter Ausnutzung der menſchlichen Muskelkraft wird man der Kurbel den Hebelarm von 42 cm geben; die Hände der Kurbelnden machen daher bei jeder Umdrehung einen Weg von $2 \times 0{,}42 \times \pi = 2{,}64$ m, und da ſie auf die Dauer dieſen Weg nur mit der Geſchwindigkeit von 0,75 m pro Sekunde machen können, nimmt eine Umdrehung $\frac{2{,}64}{0{,}75}$ oder rund 3,5 Sekunden in Anſpruch. Das Pendel wäre dann ſo einzurichten, daß ſeine Schwingungsdauer $\frac{1}{4} \times 3{,}5 = \frac{7}{8}$ Sek. betrüge und jede zweite Schwingung einen hörbaren Anſchlag verurſachte. Richtet man die Pendellänge veränderlich

*) Eine günſtigere (etwa die $\frac{4}{3}$ fache) Ausnutzung der Menſchenkraft gewährt das Steigrad. Daſſelbe iſt aber zu voluminös und nicht transportabel. Für den vorliegenden Zweck kann daher nur die Kurbel in Betracht kommen.

her, ſo läßt ſich auch ſchnellere oder langſamere Rotation taktiren. Jede Pendellänge entſpricht dann einer beſtimmten Tourenzahl des rotirenden Ankers der Dynamomaſchine. Der Taktzähler, nach Art des Mälzlſchen Metronoms, d. h. mit Gegengewicht oberhalb der Drehungsachſe, bedarf nur ſehr geringer Länge und läßt ſich bequem mitführen.

Es laſſen ſich Umſtände denken, unter denen auch für ſtationäre, namentlich für halbſtationäre Anlagen — z. B. in entlegenen Forts — die Anwendung animaliſcher Motoren ſich empfehlen könnte. Dann wäre vielleicht auch vom Pferdegöpel Gebrauch zu machen. Ein Pferd im Göpel leiſtet das Fünffache von der Leiſtung eines Menſchen an der Kurbel.

169. Waſſerkraft kann ſelbſtredend nur bei ſtationären oder halbſtationären Anlagen in Verwendung kommen. Bisweilen ſtehen in einer Feſtung Waſſermühlen mit ſicher geſtellter Betriebswaſſer-Zufuhr zur Dispoſition, die dann wohl für den vorliegenden Zweck in Dienſt genommen werden können.

170. Die Gasmotoren (Gaskraftmaſchinen) haben in der Technik ſich bereits Anerkennung erkämpft; namentlich die in der Fabrik Deutz nach dem patentirten „Syſtem Otto und Langen" gebauten, von denen nach einer Angabe der „Compagnie française des moteurs à gaz" zur Zeit bereits mehr als 9000 — von $1/2$ bis 50 Pferdeſtärken — in Betrieb ſind. Der Gasmotor iſt eine eincylindrige hin- und hergehende Kolbenmaſchine mit Schwungrad. Der Kolben empfängt einſeitigen Antrieb durch die Exploſion einer kleinen Doſis Knallgas, das ſich in der Maſchine aus zugeführtem Leuchtgaſe (Kohlenwaſſerſtoffgas) und atmoſphäriſcher Luft bildet und durch eine permanent brennende Flamme entzündet. Die Maſchine hat eine ſehr gute Regulirungsvorrichtung, durch welche das Abmeſſen des Quantums exploſiblen Gaſes für jeden Impuls korrekt und prompt erfolgt, was eine große Regelmäßigkeit der Tourenzahl zur Folge hat. Regelmäßiger Gang des Motors iſt aber, wie mehrfach hervorgehoben, eine weſentliche Bedingung für das gute Arbeiten einer Lichtmaſchine.

Der Gasmotor hat den anderen großen Vorzug, daß er jederzeit arbeitsbereit iſt; man braucht nur den Admiſſionshahn zu öffnen und die Zündflamme herzuſtellen. Er conſumirt Gas, verurſacht alſo Betriebskoſten genau nur ſo lange, als er arbeitet. Je kürzer die jeweilige Arbeitszeit iſt, deſto mehr macht ſich der

bezeichnete Vortheil, der Dampfmaſchine gegenüber, geltend, die — unabhängig von der eigentlichen Arbeitszeit — einer gewiſſen Vorbereitung für das Anheizen bedarf, und, wenn ſie die Arbeit einſtellt, den zur Zeit vorhandenen Dampf gewöhnlich nicht mehr ausnützen kann.

Zieht man nur die eigentliche Arbeitszeit in Betracht, ſo iſt der Gasmotor allerdings theurer (bis 40 %) als die Dampfmaſchine. Der Gasmotor — wenigſtens in ſeiner dermaligen Geſtalt — eignet ſich nur für ſtationäre und halbſtationäre Anlagen.

Für elektriſche Kriegsbeleuchtung in Feſtungen könnte er ſelbſtredend nur dann in Frage kommen, wenn die lokalen Verhältniſſe den ungeſtörten Fortbetrieb der Gasbereitung ſicher geſtellt erſcheinen laſſen.

171. Die Dampfmaſchine iſt bei dem gegenwärtigen Stande der Technik und zumal für den Betrieb von Kriegsmaſchinen der zuverläſſigſte Motor; für fahrbare Leucht-Apparate — abgeſehen von dem auf ſehr mäßige Leiſtungen beſchränkten Handbetriebe — der einzig mögliche.

Diejenigen Dampfmaſchinen-Syſteme, die ihre urſprüngliche hin- und hergehende Bewegung erſt in rotirende umſetzen müſſen, ſind für den vorliegenden Zweck weniger geeignet als die ſogenannten rotirenden.

172. Der in den franzöſiſchen Kriegs-Leuchtapparaten in Gebrauch ſtehende Brotherhoodſche Motor iſt allerdings auch eine Maſchine mit hin- und hergehenden Kolben; da aber drei Cylinder vorhanden ſind, von denen in jedem Augenblicke einer die Kurbel vorwärts ſtößt, im nächſten der zweite daſſelbe in einer um 120° veränderten Richtung thut u. ſ. w., ſo iſt ziemlich genau die Angriffsweiſe der an der Kurbel wirkenden Kraft des menſchlichen Armes nachgeahmt. Da ferner dieſe Impulſe im geſchloſſenen Innern der Maſchine erfolgen und äußerlich nur das Reſultat in der Drehung der Achſe in die Erſcheinung tritt, ſo darf die Brotherhoodſche Maſchine zu den rotirenden gerechnet werden.

173. Eine wirklich rotirende Dampfmaſchine iſt die von dem ruſſiſchen Fürſten Alexis Sergiewitſch Dolgoruki entworfene, die durch die Pariſer Elektricitäts-Ausſtellung bekannt geworden iſt,

wo ſie in der ruſſiſchen Abtheilung, zugleich aber auch in der deutſchen — von Siemens und Halske eingeführt — figurirte.

Wir wollen verſuchen, das Princip des in Rede ſtehenden Motors in Worten zu charakteriſiren.*)

Der lichte Querſchnitt des Cylinders gleicht dem äußeren Umfange der Ziffer 8, d. h. er iſt durch zwei Kreiſe gebildet, deren Centra um weniger als Durchmeſſerlänge von einander entfernt ſtehen. In jedem Centrum oder in der Achſe jedes der beiden in einander greifenden Cylinder liegt eine Drehungsachſe, davon eine (die untere) die Hauptrotationsachſe der Maſchine, die andere eine Hülfsachſe iſt, deren Aufgabe ſogleich erklärt werden wird. Man denke ſich auf beiden Achſen in einander greifende Räder. Dreht man das obere Rad z. B. in der Richtung wie die Zeiger der Uhr laufen, ſo zwingt daſſelbe das untere Rad und durch dieſes die Hauptachſe, ſich entgegengeſetzt zu drehen. Greift man nun in das zweite, untere Rad und dreht in der hier angefangenen Richtung weiter, ſo nimmt dieſes nun ſeinerſeits das obere Rad und dadurch die Hilfsachſe in der von dieſer begonnenen Richtung mit.

Wechſelnde Eingriffe, wie ſie Derjenige bequem ausführen könnte, der ſich ſeitwärts in der Ebene der Räder aufſtellte und in regelmäßigem Wechſel einmal das obere, dann das untere Rad von ſich abſtößt, haben demnach Drehung der Hauptachſe in derſelben Richtung zur Folge.

Dieſe Stöße in derſelben Richtung, aber regelmäßig wechſelnd, einmal gegen die obere, dann gegen die untere Achſe geführt, hat der Dampf zu beſorgen. Dazu genügen aber die Räder nicht, die zu wenig Angriffsfläche bieten würden; es iſt dies vielmehr die Aufgabe der demnächſt zu beſchreibenden Kolben der Maſchine. Auf jeder Achſe ſitzt ein Wellbaum oder eine Nabe, deren Halbmeſſer ein wenig mehr beträgt, als der halbe Abſtand der Centra. Dieſer innere Voll-Cylinder hat nicht ſeinen vollen Kreisquerſchnitt, ſondern er iſt um ſo viel ausgekehlt, wie ein vom anderen Centrum aus mit dem Halbmeſſer des Hohlraumes ausgeführter Schnitt von demſelben fortnehmen würde. Auf dieſen zwei Naben der zwei Achſen ſitzen die eigentlichen Kolben, in der Form je eines

*) cfr. Beſchreibung und Zeichnung in Dinglers politechniſchem Journal, Band 236 pag. 441 u. ff.

cylindriſchen Ringſtückes von etwas weniger als 180 Grad. Die Dimenſionen der einzelnen Stücke ſind ſo abgewogen, daß die beiden auf den Achſen und Wellbäumen (Naben) ſitzenden cylinderringſtückförmigen Kolben, ſobald die durch die oben beſchriebene Action der in einander greifenden Räder bewirkte Bewegung in Gang kommt, mit Minimal-Spielraum in dem 8-förmigen Cylinder rotiren und dabei an einander ohne Anſtoß vorbeigleiten. Der innere 8-förmige Hohlraum des Cylinders iſt dabei, wie auch die augenblickliche Stellung der Kolben ſein mag, durch die beweglichen Theile ſo ausgefüllt, daß zu beiden Seiten, d. h. da wo die Kreiſe ſich berühren oder die 8 am dünnſten iſt, ein Hohlraum beſteht, deſſen vier Begrenzungsflächen gebildet werden von der Cylinderwand, der Oberfläche der Nabe, der Mantelfläche des einen und der Stirnfläche des anderen Kolbens. In einen dieſer Hohlräume tritt der Dampf. Von den vier eben aufgeführten Grenzflächen iſt die Kolbenſtirn der nachgiebigſte Theil. Der Dampf verdrängt denſelben, d. h. er leitet die Rotation ein. Nach Vollendung etwa einer halben Umdrehung findet der Dampf an der zweiten Berührungsſtelle der Kreiſe, oder an der zweiten dünnſten Stelle der 8 eine Ausgangsöffnung und entweicht. Inzwiſchen iſt aber der zweite Kolben durch die vom erſten Dampf-Impuls bewirkte Halb-Umdrehung des erſten Kolbens und durch Vermittelung der Räder ſo weit gedreht worden, daß jetzt er dem Dampf an der Eintrittsſtelle die Stirnfläche bietet. Das abwechſelnde Fortſtoßen, das wir vorhin, des leichteren Verſtändniſſes wegen, unmittelbar auf die Räder gerichtet annahmen, trifft in Wahrheit jedesmal einen der Kolben, aber die Räder bewirken, daß, während der Dampf den erſten treibt, der zweite Kolben ſich in die entſprechende Stellung bringt, um demnächſt ſeinerſeits die Wirkung der treibenden Kraft des Dampfes aufzunehmen und die Fortdauer der Achſenrotation zu vermitteln.

Der 8-förmige Cylinder enthält, durch eine Querſcheidewand getrennt, der Länge nach zwei Kammern der geſchilderten Art hintereinander; die zwei Kolbenpaare ſtehen alternirend; demgemäß finden bei jeder Umdrehung vier Impulſe ſtatt.

Die Maſchine Dolgoruki kann — wie jede wirklich rotirende — keine Kolbenliderung haben; zwiſchen Kolben und Cylinderwand muß, auch bei der ſorgfältigſten Abdrehung beider Theile, ein

Spielraum ſein,*) der etwas Dampf entweichen läßt, wodurch unausbleiblich die Expanſionswirkung etwas geſchwächt wird.

Bei Verſuchen in einer Lyoner mechaniſch-elektriſchen Werkſtatt will man gefunden haben, daß der Motor Dolgoruki zu gleicher Kraftentwickelung etwa doppelt ſo viel Waſſer (alſo auch Dampf und Kohlen) verbraucht habe, als der Motor Brotherhood. Von den Anhängern des letzteren wird außerdem jenem vorgeworfen, daß er mehr verletzbare Stücke enthielte und ſein gutes Functioniren ſehr ſorgſame Bedienung und Beaufſichtigung erheiſche. Wir haben unſererſeits in Berlin das Gegentheil ausſprechen, dem Motor Brotherhood den Vorwurf größerer Wandelbarkeit machen hören.**)

Derartige gegenſätzliche Anſichten ſind nichts Seltenes in der Technik; es iſt aber nützlich, zu wiſſen, daß ſie auch in der vorliegenden Frage beſtehen. Diejenigen, die etwa berufen werden ſollten, Entwürfe und Anſchläge für Kriegs-Beleuchtungs-Apparate zu machen, werden demnach gleich bei der Wahl des Motors nicht ohne Weiteres zugreifen, ſondern ohne Voreingenommenheit vergleichend prüfen mögen.

174. Bei der Zuſammenſtellung der franzöſiſchen Beleuchtungs-Apparate iſt grundſätzlich der Treibriemen verworfen und die direkte feſte Kuppelung zwiſchen der kraft- und der ſtromerzeugenden Maſchine gewählt worden.

Der Treibriemen iſt die einfachſte und ſanfteſte Form der Rotations-Uebertragung von einer Achſe auf die zweite, wobei jedes beliebige Umſetzungs-Verhältniß (Beſchleunigung der Bewegung) durch bloße Wahl der Scheibendurchmeſſer erzielt werden kann. Umſetzung iſt im vorliegenden Falle ſehr erwünſcht, denn die für den rotirenden Anker des Stromerzeugers unerläßliche ſehr große Umdrehungsgeſchwindigkeit, die bei dieſer ganz einfachen Rotation unbedenklich iſt, kann die viel complicirtere Dampfmaſchine viel weniger gut vertragen, und es iſt für deren gute Erhaltung ſehr nützlich, wenn ſie nur etwa 100 Umdrehungen in

---

*) Er beträgt nur 0,1 mm.

**) Brotherhoods waren in der Berliner Gewerbeausſtellung und in der internationalen Fiſcherei-Ausſtellung monatelang in Betrieb; ſind alſo hier ſehr genau bekannt.

der Minute zu machen hat, während die Achſe des Stromerzeugers deren 1000 macht.

Dieſem großen Vortheile des Treibriemens ſteht ein unleugbarer großer Nachtheil gegenüber: der beſte Treibriemen iſt nicht abſolut undehnbar; er iſt es um ſo weniger, wenn er, wie bei der vorliegenden Aufgabe, im Freien, in Wind und Wetter arbeiten muß. Daraus ergiebt ſich das zeitweiſe Schleifen oder Gleiten des Riemens auf ſeinen Scheiben, daraus eine Veränderung der Tourenzahl (Umdrehungsgeſchwindigkeit), daraus eine Schwächung, wenn nicht gar Stockung des Stromes, daraus Schwanken, wenn nicht gar Erlöſchen des Lichtes.

Die Conſtructeurs der zu ſo großem Anſehen gelangten franzöſiſchen Kriegs-Beleuchtungs-Apparate haben die ſchwache Seite des Treibriemens ausſchlaggebend ſein laſſen und ihn verworfen; man muß nicht nothwendig ſofort und unbedingt ihrer Meinung ſein, man kann wohl auch die Frage: Treibriemen oder nicht? für eine offene, ferneren Studiums würdige erachten.

175. Ueber die Wahl des Keſſels werden die Meinungen am wenigſten auseinandergehen. Er muß möglichſt wenig Raum einnehmen, ſchnell Dampf geben und leicht zu bedienen ſein. Der ſtehende Fieldſche Keſſel, den man jetzt zahlreich bei Ramm- und Waſſerſchöpfarbeiten in Anwendung ſieht, entſpricht jenen Anforderungen.

Neuerdings hat der Keſſel „du Temple“ Anerkennung (auch ſchon Annahme für die kleinen Dampfboote der franzöſiſchen Marine) gefunden. Das Charakteriſtiſche dieſes Keſſels iſt folgendes:

Im Inneren des Feuerraumes und allein der Wirkung des Feuers ausgeſetzt ſtehen zwei Serien ſpiralförmig oder ſchlangenförmig gebogener Waſſerrohre. Dieſelben communiciren mit einem kleineren unteren, parallel-epipediſch geformten und einem größeren oberen, cylindriſch geformten Waſſerbehälter, die beide außerhalb des Heizraumes angebracht ſind, der kleinere liegend über der Heizthür, der größere an der oberen Vorderkante des einen ofenförmigen Kaſten bildenden Heizraumes. Außer durch die Schlangenrohre im Inneren ſind die beiden Waſſerbehälter noch äußerlich durch zwei gerade vertikale Rohre verbunden. Das Waſſer füllt das ganze zuſammenhängende Syſtem der inneren und äußeren Rohre und der beiden Behälter bis auf ein Drittel des oberen.

Auf dieſem befindet ſich ein kleiner Dom als Dampfſammler mit dem Sicherheitsventil.

Das wie gewöhnlich auf Roſt unter den Schlangenrohren angemachte Feuer erhitzt ſehr ſchnell das in letzteren befindliche wenige Waſſer. Dieſes ſteigt und tritt in den oberen Behälter über; das kalte, ſchwerere fällt aus demſelben durch die äußeren Vertikalrohre in das untere Gefäß und wird durch den Nachſchub des aus den Schlangenrohren in den oberen Behälter tretenden wärmeren, von unten in das Syſtem der Schlangenrohre getrieben. Die ſo eingeleitete Circulation bringt — in jedem Augenblicke nur wenig, aber in kurzer Zeit doch das ganze vorhandene Waſſer unter die Wirkung der Hitze und führt zu baldiger Dampfentwickelung. Selbſtverſtändlich iſt für rechtzeitige Waſſererneuerung geſorgt.

Es liegt in der Natur der Sache, daß ein Keſſel, der ſehr ſchnell genügende Dampfſpannung erzeugt, ſie auch eben ſo ſchnell verliert, wenn der Heizer nicht ſehr aufmerkſam für die Unterhaltung des Feuers ſorgt. Es iſt noch fraglich, ob die Lichtmaſchinen im Allgemeinen ein Arbeitsfeld für die Dampfmaſchine ſind, bei welcher das ſchnelle in Gang Kommen ein alle anderen Rückſichten überwiegendes Bedürfniß iſt, oder ob ein größerer, ſchwererer, ſpäter Dampf gebender Keſſel gewählt werden ſoll, der dafür nachhaltiger, ſtetiger in ſeiner Leiſtung und weniger aufſichtsbedürftig iſt.

2. Der Stromerzeuger.

176. Bei dem heutigen Stande von Wiſſenſchaft und Technik iſt nur die dynamo-elektriſche Maſchine mit gleichgerichtetem Strome für die vorliegende Aufgabe geeignet.

Der allen Syſtemen gemeinſame feſte Theil hat die Form zweier Elektromagnete, die im Ruheſtande nur eine Spur von remanentem Magnetismus als Ausgangspunkt und Quelle für die nächſte Arbeit bewahren, während ſie durch die Arbeit zum höchſten Maße ihres magnetiſchen Faſſungsvermögens geſteigert werden. Sie ſo anzuordnen, daß ſie mehr leiſten könnten, als für den ſpeciellen Zweck erforderlich iſt, wäre Materialverſchwendung; ſie über ihre Leiſtungsfähigkeit zu erregen, würde nicht mehr Elektricität, ſondern ſchädliche Erwärmung erzeugen; ſie müſſen daher genau ihrer ſpeciellen Aufgabe entſprechend disponirt ſein.

Zahl, Lage und Form der Elektromagnetkerne und deren Drahtumwickelung variiren bei den einzelnen Syſtemen; ſie kommen aber dahin überein, daß ſie ein magnetiſches Feld in der Form eines Cylindermantels von einer gewiſſen Wandſtärke ſchaffen, deſſen eine Hälfte nordpolariſch, die andere ſüdpolariſch iſt.

Die Cylinderform iſt die einzig anwendbare, weil wirkſamſte, denn nur Rotation vermittelt jene unaufhörlich und regelmäßig abwechſelnde Annäherung und Entfernung, auf denen die Erregung von Inductionsſtrömen beruht; es kann demnach keine beſſere Form für den die Induction aufnehmenden beweglichen Theil der Maſchine geben als die Cylinderform, und deshalb kann auch das magnetiſche Feld keine wirkſamere Geſtalt haben, als die des feſten Cylindermantels, der den rotirenden Cylinder umhüllt.

Nur in der Ausbildung des letzteren liegt die Gegenſätzlichkeit der 2 Haupttypen für dynamo-elektriſche Maſchinen, der „Ringmaſchine" und der „Trommelmaſchine." *Beiden Typen gemeinſam* iſt zunächſt noch: die Drahtumwickelung in achſenparalleler Richtung, die Theilung der Geſammtumwickelung in eine große Zahl Abtheilungen, Gruppen oder Strecken, die Art der Sammlung aller Einzelſtröme in eine die Rotationsachſe umgebende Büchſe oder Wulſt, endlich die Unterhaltung der leitenden Verbindung zwiſchen dem rotirenden Theile des Stromkreiſes und der feſtliegenden Arbeitsſtrecke mittelſt federnder Bürſten.

Es iſt für den Nutzeffekt der Maſchine durchaus gleichgiltig, wie die Ehre der erlangten Vollkommenheit ſich unter die rivaliſirenden Conſtructeurs vertheilt, wer am meiſten vom Anderen gelernt haben mag; thatſächlich ſind ſich augenblicklich die Maſchinen der einen und der anderen Firma ſo ähnlich, daß ſie ſich nur noch in einem einzigen weſentlichen Punkte unterſcheiden: bei der Ringmaſchine umwickelt der Draht einen Körper von der Figur des Felgenkranzes eines Rades oder der Nabe eines Rades oder der eines materiellen *Hohlcylinders* von einer gewiſſen Mantelſtärke; bei der Trommelmaſchine den eines materiellen *Voll-Cylinders*.

Bei der Trommelfläche taucht ohne Zweifel aller Draht, der auf dem Cylindermantel liegt, in das magnetiſche Feld, aber diejenigen Drahtpartien, die über die zwei Stirnflächen des Cylinders hinweggehen, werden *nicht* inducirt; bei der Ringmaſchine ſind die die innere Radkranz-, Naben- oder Cylindermantel-Fläche

paſſirenden Drahtſtrecken entweder ganz außerhalb des magnetiſchen Feldes oder doch an ſeiner äußerſten Grenze.

Die Gegenſätzlichkeit der beiden Syſteme reducirt ſich alſo auf die Frage: Welches von beiden liefert unter gleichen Verhältniſſen, d. h. bei gleich leiſtungsfähigen Elektromagneten, gleicher bewegender Kraft, gleicher Drahtmenge auf dem rotirenden Anker — den meiſten Strom in die Leitung und läßt am wenigſten nutzlos in Funken an den Bürſten verſprühen? Oder übertrifft vielleicht ein Eklektiker, der von Beiden ſich das Beſte angeeignet hat, ſeine Vorbilder?

Dieſe Frage müßte ſich durch Proben ſofort entſcheiden laſſen, ſobald man nur Repräſentanten der concurrirenden Syſteme nebeneinander hätte, die wirklich und genau in der eben näher bezeichneten Art „unter gleichen Verhältniſſen" arbeiteten.

Daß eine derartige Probe die Chathamer vergleichenden Verſuche noch nicht geweſen ſind, halten wir unſererſeits für ſehr wahrſcheinlich, wie wir dies in Abſchnitt V näher ausgeführt haben; die entſcheidende Probe wäre alſo noch zu machen.

3. Der Stromkreis.

a. Die Leitung.

177. Die Telegraphie leitet den elektriſchen Strom durch Eiſendraht, der großentheils unverhüllt frei durch die Luft geführt iſt. Das Eiſen bedarf für gleichen Widerſtand und gleiche Leitungsfähigkeit größeren Querſchnitts als das Kupfer, iſt aber gleichwohl erheblich billiger. Die direkte Berührung der atmoſphäriſchen Luft hat den Vortheil, die Drahterwärmung durch den Strom unſchädlich zu machen, da beſtändig Abkühlung ſtattfindet, aber den Nachtheil, bei naſſer Witterung trotz der Iſolatoren ſchwächende Stromableitung zu begünſtigen.

Zur Leitung ſtarker Ströme, wie die Lichterzeugung deren bedarf, bleibt der Kupferdraht das unentbehrliche Material; auch ſeine Weiche und Unbrüchigkeit iſt hier von Nutzen, wo derſelbe, der Natur der Arbeit nach, abwechſelnd auf eine Haspel gewickelt und wieder ausgeſtreckt werden muß.

Es ſind Verſuche mit der Phosphor-Bronze gemacht worden; bei gleichem Querſchnitte hat dieſelbe nur 1/3 von der Leitungsfähigkeit des Kupfers.

Für das Verhältniß des Leitungsdraht-Querſchnittes zur Stromſtärke giebt es keine beſtimmte Formel. Jeder Leiter leiſtet Widerſtand; der Widerſtand erzeugt Wärme; Wärme iſt Einbuße an Elektricität. Der Widerſtand vermindert ſich mit der Zunahme des Querſchnittes. Auf der anderen Seite iſt der Leitungsdraht um ſo weniger koſtſpielig und um ſo leichter und handlicher, je geringer ſein Querſchnitt iſt. Es handelt ſich alſo um einen Compromiß, eine Vermittelung zwiſchen entgegengeſetzten Tugenden und Fehlern. Man wird ſich darin auf die Erfahrung der Elektrotechniker verlaſſen müſſen. Als Anhalt folgen hier die den franzöſiſchen Kriegsbeleuchtungs-Apparaten beigegebenen Kabel (Doppelleitungen).

Bezeichnung des Typus	Lichtſtärke in deutſch. Normalkerzen		Leitungs-Kabel (doppelt, hin u. zurück)	
	im Mittel	in maximo	Länge in Metern	Drahtquerſchnitt in Quadrat-Millimetern
M	1 719	4 754	25	7,58
A G	3 727	9 128	50	7,58
C T	7 721	19 020	50	15,25
C Q	9 440	25 100	50	30,30
D Q	16 720	45 650	100	30,30

Wenn erhebliche Querſchnitte für nöthig erachtet werden, iſt die Herſtellung eines Kabels aus mehreren dünnen Drähten dem einzelnen Drahte, der größeren Biegſamkeit wegen, vorzuziehen.

Zum Schutze gegen Abnutzung und zur Verhütung von Berührungen, die falſche Kurzſchlüſſe herbeiführen könnten, erhält jeder Leitungsdraht eine ſchmiegſame, möglichſt waſſerdichte Umhüllung.

Die Hin- und Rückleitung pflegt bei den Lichtmaſchinen in ein Kabel vereinigt zu ſein.

3. b. Die Lampe.

α. Der Kohlenträger (Lampe im engeren Sinne).

178. Die Chathamer Prüfungs-Commiſſion hat in Bezug auf dieſes wichtige Stück des Beleuchtungs-Apparates ihre Anſicht dahin geäußert, daß der einfachere Handbetrieb den immer viel complicirteren automatiſchen Regulirwerken vorzuziehen ſei. Für die beſte Handlampe iſt die von Sautter u. Lemonnier für die franzöſiſchen Kriegs-Leucht-Apparate conſtruirte erkannt worden;

für den Fall, daß man ſich einer automatiſchen bedienen wolle, iſt die von Serrin empfohlen.

Dieſes Urtheil erſcheint inſofern nicht beſtimmt genug, als es keine Rückſicht auf den Charakter der betreffenden Beleuchtung nimmt.

Es möchte doch ein Unterſchied zu machen ſein zwiſchen:

dauernder Sicherheits-Beleuchtung eines beſtimmten Feldes (Hafeneinfahrten und andere unvermeidliche Annäherungswege, Torpedoſperren u. dergl.) und

zeitweiſer Recognoscirungs- reſp. Gefechts-Beleuchtung eines veränderlichen Feldes (Batteriebau und Laufgräben vor einer belagerten Feſtung, Begünſtigung des diesſeitigen Artillerie- und Infanterie-Feuers und dergleichen).

Das Kohlenſtellen aus freier Hand bedingt nicht nur die ununterbrochene Anweſenheit eines mit dem Apparat vertrauten Mannes; derſelbe darf auch das Kohlenbild keinen Augenblick aus den Augen laſſen — ohne Zweifel ein ſehr angreifender Dienſt, der häufige Ablöſung verlangt und demnach ein erhebliches Maß von Arbeitskraft aufzehren würde, wenn man ihn auf Beleuchtungen der erſten Kategorie ausdehnen wollte.

Bei der zur zweiten Kategorie gehörigen iſt die Anweſenheit eines Operateurs während der ganzen Dauer der Beleuchtung unerläßlich, weil es ſich hier nicht nur um Erhaltung der Lichtquelle an der richtigen Stelle handelt, ſondern noch eine zweite Function, die des Richtens des Apparates auf wechſelnde Ziele auszuüben iſt.

Aus dieſen Erwägungen dürfte die Vorſchrift abzuleiten ſein: Apparate die unzweifelhaft nur zur Beleuchtung der erſten Kategorie dienen, erhalten automatiſche Kohlenträger; Apparate, die unzweifelhaft nur der zweiten Kategorie dienen — ſolche mit Handbetrieb; endlich Apparate, die möglicher Weiſe bald für die eine bald für die andere Kategorie verwendet werden, ſind entweder mit beiderlei Kohlenhaltern auszuſtatten, oder, wenn man die doppelte Beſchaffung beanſtandet, mit ſelbſtthätigen.

179. Die Sautter-Lemonnierſche Handlampe kann an Zweckmäßigkeit, mechaniſcher Einfachheit und bequemer Handhabung kaum übertroffen werden.

Vermöge Kuliſſenführung des Fußgeſtelles wird der leuchtende Punkt ſtets in der durch die optiſche Achſe des Apparates beſtimmten Vertikalebene erhalten, läßt ſich aber in derſelben rückwärts und vorwärts ſchieben, damit man nach Wunſch und Bedarf den Herd des Kohlenlichtes in den optiſchen Brennpunkt oder in einen entfernteren Punkt der Achſe bringen und demzufolge ein cylindriſches oder ein koniſches Strahlenbündel erzeugen kann. Dieſe Bewegung bewirkt der Operateur mittelſt einer liegenden Schraube, die ihm unterhalb des Lampengehäuſes bequem zur Hand liegt. Eine zweite Schraube mit radförmigem Handgriffe hebt und ſenkt die Kohlenträger nach Bedarf und ermöglicht das Feſthalten des leuchtenden Punktes (des Kraters der poſitiven Kohle) in der optiſchen Achſe.

Die neueſte Form des in Rede ſtehenden Kohlen-Trag- und Stell-Apparates führt die Kohlen in der die höchſte Lichtwirkung ergebenden Schrägſtellung. Sie iſt auf den Mangin'ſchen Spiegel berechnet, demgemäß auch bei jedem anderen, aber doch nur bei Spiegeln brauchbar; bei den Fresnelſchen Linſen-Prismen-Projektoren hätte ſie nicht Platz.

180. Dem ſelbſtthätigen Kohlenhalter und -ſteller ſind folgende Aufgaben geſtellt:

1) er muß bewirken, daß die Kohlenſpitzen ſich berühren, ſo ſo lange kein Strom durch die Lampe geht;
2) daß bei eintretendem Strome die Kohlenſpitzen ſofort ſich von einander entfernen, damit der Lichtbogen entſtehen kann;
3) daß dieſe Entfernung dasjenige Maß inne hält, bei welchem die Lichterſcheinung den größten Glanz entfaltet;
4) daß dieſer Lichtherd den richtigen Orte im Raume einnimmt und feſthält, damit der Scheinwerfer richtig fungirt. Um dieſer Forderung gerecht zu werden, muß
5) die negative Kohle nach dem Maße ihrer Abnutzung ſich in der einen Richtung und die poſitive Kohle die ſich doppelt ſo ſchnell verzehrt, doppelt ſo ſchnell in der entgegengeſetzten Richtung bewegen.

181. Wir wollen verſuchen, zu veranſchaulichen, wie die [illegible]ſche automatiſche Lampe dieſe complicirte Aufgabe erledigt.

Die in Dienſt genommenen bewegenden Kräfte ſind folgende:

Die Kraft des zur Lichterzeugung verwendeten elektriſchen Stromes, die einen Elektromagneten mehr oder weniger ſpeiſt und ihn befähigt, das eine Ende eines zweiarmigen Hebels bald niederzuziehen, bald frei zu laſſen;

die Kraft einer Abreißfeder, die am anderen Ende des genannten zweiarmigen Hebels der magnetiſchen Kraft entgegenwirkt;

die Schwere des oberen Kohlenhalters;

ein durch eine Treibfeder nach Art der Federuhren betriebenes Räderwerk, genauer geſprochen zwei Räderwerke, von denen das eine Zuſammenkommen, das andere Auseinandergehen der beiden Kohlenhalter anſtrebt.

Dieſe beiden Bewegungen finden ſtets ſo ſtatt, daß der poſitive Kohlenhalter ſich doppelt ſo ſchnell bewegt wie der negative, was leicht zu erreichen iſt, indem auf dieſelbe Achſe zwei Räder geſetzt ſind, eins doppelt ſo groß wie das andere, und indem zwei Zahnſtangen — die mit dem poſitiven Kohlenhalter zuſammenhängende auf der einen Seite in das große, die mit dem negativen zuſammenhängende auf der diametral entgegengeſetzten Seite in das kleine Rad — greifen.

Die beiden Hauptgruppen des Mechanismus: der zweiarmige Hebel, der den gegenſätzlichen Zugkräften des Magnetismus und der Abreißfeder ausgeſetzt iſt — und das Räderwerk, das einer aufgezogenen Uhr gleicht, ſind durch eine Arretirungsvorrichtung in Zuſammenhang gebracht, die auf dem zweiarmigen Hebel wie die Zunge auf einem Wagebalken aufſitzt und dem gelinden Schwanken des Hebels — je nachdem dieſen der Magnetismus oder die Abreißfeder ſtärker afficirt — mit leichten Oscillationen nach rechts und links folgt.

Ein weſentliches Stück der Ajuſtirung des Apparates iſt die Beſtimmung der Zugkraft der Abreißfeder. Dieſelbe muß der für die höchſte Lichtentwickelung erforderlichen Stromſtärke ſo angepaßt ſein, daß, wenn in einem beſtimmten Zeitmomente die Stromſtärke genau angemeſſen iſt, der ganze Apparat ſtill ſteht, indem dann der zweiarmige Hebel und demgemäß die Arretirungsvorrichtung ſo geſtellt ſind, daß beide Räderwerke gehemmt ſind.

Der erſten der oben aufgezählten fünf Aufgaben des Apparates wird durch die Schwere des oberen Kohlenhalters genügt. Derſelbe ſinkt, bis ſeine Kohlenſpitze die ihm entgegenſtehende untere

berührt. Durch Einfügung eines Sperrrades iſt dieſes Sinken durch die eigene Schwere ohne Einfluß auf das Räderwerk. Daſſelbe iſt in dieſem Augenblicke geſpannt aber arretirt, weil jetzt die Abreißfeder ſtärker wirkt, der Magnet ganz unthätig iſt, da ja noch kein Strom vorhanden iſt.

In dieſer Verfaſſung iſt der Apparat in das Lampengehäuſe zu bringen, und es muß der Berührungspunkt der beiden Kohlenſpitzen den Ort einnehmen, den behufs richtiger Wirkung des Scheinwerfers nachmals die Lichtquelle einzunehmen und feſt zu halten hat.

Jetzt wird der Strom eingelaſſen.

Er magnetiſirt ſofort den Elektromagneten, dieſer holt ſich ſein Hebelende heran, die Zunge des Wagebalkens geht etwas zur Seite, dasjenige Räderwerk wird frei, welches die Kohlen von einander entfernt; das andere bleibt arretirt. Der Lichtbogen tritt auf. Haben die auseinander gehenden Kohlen einen gewiſſen Abſtand gewonnen, ſa hat der Strom eine Schwächung erfahren, die im nächſten Augenblicke gefährlich werden könnte; aber die nachlaſſende magnetiſche Kraft an dem einen Hebelende und die demzufolge überwiegende Zugkraft der Abreißfeder am anderen, neigen den Hebel nach letzterer Seite, ziehen alſo auch die Zunge des Wagebalkens herüber, und dieſe arretirt nun das bis jetzt thätige Räderwerk und läßt das zweite frei, deſſen Spiel ſafort die Kohlenſpitzen einander n ä h e r t. Infolge deſſen nimmt ſofort die Stromſtärke wieder zu, damit der Magnetismus und dieſer holt ſein Hebelende wieder an, verurſacht alſa wieder Wechſel in der Thätigkeit der beiden Räderwerke. So wiederholt ſich unabläſſig das Schwanken der Wage.

182. Der Zuſtand vollkommenen Gleichgewichts und vollkommener Ruhe iſt eine ideale Vorſtellung, die in Wirklichkeit nie während eines meßbaren Zeitraumes eintreten kann, da bei dem unausgeſetzten Kohlenverzehr unausgeſetzt der Spitzenabſtand ſich verändert; mathematiſch genau richtig iſt der Kohlenabſtand immer nur in dem unmeßbaren Uebergangsmomente von „zu graß“ in „zu klein“ und wieder von „zu klein“ in „zu groß“.

Je weniger Ausſchlag in der einen oder der anderen Richtung eine automatiſche Lampe geſtattet, bevor ſie korrigirend eintritt, deſto mehr wird für das beſchränkte ſinnliche Wahrnehmungs-

vermögen des Menſchen das thatſächlich vorhandene Schwanken den Eindruck der Ruhe machen.

Die Serrinſche Lampe ſoll dieſer Forderung in hohem Maße entſprechen, wenn ſie mit ſehr guter, gleichmäßiger Kohle beſchickt wird.

In neuerer Zeit ſoll in England eine von Crompton conſtruirte Lampe, die im Princip der Serrinſchen nahe kommt, aber erheblich einfacher iſt — letzterer mit Glück Concurrenz machen. Der Mechanismus befindet ſich hier ganz oberhalb der Flamme in einem Glascylinder, kann alſo, während die Lampe brennt, beobachtet werden.

Ein ſicheres Urtheil über den praktiſchen Werth der einen und der anderen automatiſchen Lampe kann ſich nur Derjenige bilden, der dieſelben unter gleichen Verhältniſſen neben einander in Function hat beobachten können. Es geſchieht daher nur mit Vorbehalt, wenn wir aus der auf Zeichnung und Beſchreibung beruhenden Bekanntſchaft die Anſicht ableiten, die Crompton'ſche Conſtruction möchte dem weſentlichen Bedürfniſſe eines derartigen Apparates nämlich dem ſofortigen korrigirenden Eingreifen bei dem erſten leiſeſten Schwanken der Stromſtärke — noch beſſer entſprechen als die Serrinſche.

183. Gerühmt werden ferner noch ſelbſtthätige Kohlenträger von Bürgin in Baſel, Siemens u. Halske (Hefner-Alteneck), Jaspar in Lüttich, Krupp (Patentträger; Constructeur Dornfeld). Nach Zeichnung und Beſchreibung zu urtheilen erſcheinen die genannten ſämmtlich einfacher als die Serrinſche. Bei den Chathamer Verſuchen vertreten geweſen ſind außer Serrin nur Krupp und Siemens („altes Modell" wie der Bericht ſagt). Die Chathamer Empfehlung der Serrin'ſchen Lampe dürfte demnach erneute Proben anderer Conſtructionen nicht ausſchließen.

Es muß noch bemerkt werden, daß die Serrinſche Lampe keine andere als vertikale Stellung der Kohlenſtäbe und Kohlenhalter verträgt. Wenn man ſich alſo des von allen Seiten zugeſtandenen Vortheils der vermehrten Lichtwirkung bei Schrägſtellung der Kohlen nicht begeben will, iſt die Serrinſche Lampe, ſo wie ſie iſt, gar nicht zu brauchen.

184. Eine neue, beachtenswerthe automatiſch regulirte elektriſche Lampe iſt die für Lokomotiven und Schiffe beſtimmte von Sedlatſchek und Wikullil.

Das eigenartige Princip dieſer Conſtruction wird ſich am

leichteſten verſtändlich machen laſſen, wenn der Apparat zunächſt nicht als automatiſch wirkender, ſondern als für Handbetrieb eingerichteter aufgefaßt wird.

Zwei vertikale cylindriſche Behälter ſind in ihren unteren Enden durch ein Querrohr ſo verbunden, daß ſie, mit Flüſſigkeit (Glycerin) gefüllt, die bekannte Form der communicirenden Röhren darſtellen. Auf jedem der beiden Flüſſigkeitsſpiegel ſchwimmt ein cylindriſcher Kolben, der ſich beim Schwanken der Flüſſigkeit genau in der Achſenrichtung heben und ſenken muß.

Der Kolben des vorderen, etwas weiteren und niedrigeren Schenkels trägt unmittelbar den negativen Kohlenhalter; der Kolben des hinteren, engeren und höheren Schenkels trägt den geeignet zweimal rechtwinklig gebogenen poſitiven Kohlenhalter. Letzterer iſt um ſo viel ſchwerer als der Kolben auf der negativen Seite, daß Berührung der beiden Kohlenſtäbe erfolgt. Es beſteht ſomit ein ſchmal rechteckiger Rahmen, zuſammengeſetzt aus den Kohlenhaltern, den Kohlenſtäben und der Flüſſigkeit in den beiden Schenkeln und dem unteren Querrohr.

Die Verbindung der beiden Schenkel durch das Querrohr iſt keine unabänderlich offene, es ſitzt vielmehr da, wo der hintere Schenkel auf das Querrohr trifft, ein hohler Hahn, in deſſen Innerem ſich ein kleiner Kolben von außen her vor- und zurückſchieben läßt. In einer beſtimmten Stellung dieſes kleinen Schließkolbens beſteht Verbindung der Flüſſigkeit und in Folge deſſen Berühren der Kohlenſpitzen. Zieht man den Schließkolben aus dieſer Stellung ein wenig zurück, ſo bewirkt er zweierlei: zunächſt ſchiebt er ſich vor die Oeffnung, durch welche der hintere (poſitive) Gefäßſchenkel mit dem vorderen communicirt, iſolirt alſo dadurch das in dem vorderen (negativen) Schenkel vorhandene Quantum Flüſſigkeit; in Folge deſſen wirkt er nun zweitens ſaugend, denn indem er von der Flüſſigkeit im vorderen Schenkel, die er bis jetzt berührte, ſich entfernt, ſchafft er einen kleinen luftleeren Raum, oder richtiger würde ihn ſchaffen, wenn nicht ſofort die Flüſſigkeit im vorderen Schenkel ſeiner Bewegung folgte. Dieſe Bewegung hat aber nothwendig das Sinken des Flüſſigkeitsſpiegels, das Sinken des Kolbens, das Entfernen der negativen Kohlenſpitze von der poſitiven zur Folge, denn letztere kann nicht folgen, da die Flüſſigkeit des hinteren Schenkels, auf der ihr Kohlenhalter ſchwimmt, abgeſperrt iſt und ſich nicht vermindert.

Wird jetzt der kleine Schließkolben in ſeine erſte Stellung wieder vorgeſchoben, ſo iſt die Kohlenſpitzen-Berührung wieder hergeſtellt.

Tritt bei dieſer Stellung der Kohlenſpitzen der Strom ein, ſo bewirkt er das Erglühen der Kohlenſpitzen. Bliebe der Apparat unverändert, d. h. der Schließkolben in der bisherigen Stellung, die Flüſſigkeit in Communication, ſo könnte der Lichtbogen nicht zur Entfaltung kommen, denn die durch das Glühen ſich verzehrenden Kohlen würden gleichwohl beſtändig in Berührung bleiben. Wird dagegen die oben beſchriebene Bewegung ausgeführt, d. h. der Schließkolben zurückgezogen, ſo entfernt ſich die negative Spitze von der poſitiven, und der Voltaſche Bogen kommt zu Stande.

Das einfache Vor- und Zurückbewegen des Schließkolbens verurſacht demnach Nähern und Entfernen der Kohlenſpitzen. Dieſe Bewegungen ſollen nun aber nicht aus freier Hand, ſondern durch den elektriſchen Strom automatiſch bewirkt werden. Es iſt dies auf zweierlei Arten erreicht und zwar bei den für den Gebrauch auf Schiffen beſtimmten Lampen mittelſt Elektromagnet und Abreißfeder, bei den Lokomotivlampen mittelſt eines Centrifugal-Regulators.

Im erſteren Falle ſpielt der Elektromagnet die bekannte Rolle: wird er magnetiſirt, ſo zieht er ſeinen Anker in der einen Richtung, wird er entmagnetiſirt oder auch nur geſchwächt, ſo überläßt er den Anker der in entgegengeſetzter Richtung wirkſamen Abreißfeder; dieſes balancirende Hin und Her wirkt hier auf den kleinen Schließkolben.

Die zweite Regulirungsmethode iſt durch die unmittelbare räumliche Nachbarſchaft von Lampe, Stromerzeuger und Motor ermöglicht. Die letzteren beiden ſitzen hinter der Lampe auf dem Rücken der Lokomotive. Der Motor (eine Brotherhoodſche Drei-Cylinder-Maſchine) empfängt ſeinen Dampf aus der Lokomotive; ſo lange dieſe nur überhaupt Dampf hat, kann demnach die Lichtmaſchine fungiren, gleichviel ob die Lokomotive ſteht oder in Bewegung iſt. Motor und Dynamo-Maſchine beſitzen eine gemeinſchaftliche Rotationsachſe, und dieſe trägt an ihrem vorderen Ende den bekannten Centrifugal-Regulator der Dampf- und Gasmaſchinen. Rotirt die Achſe ſehr ſchnell, ſo treibt die Centrifugalkraft die beiden Kugeln des Regulators auseinander, und zwei Arme ziehen eine Zwinge zurück und durch dieſe mittelſt Uebertragung den mehr erwähnten kleinen Schließkolben.

An verſchiedenen Orten (auch bei der Pariſer Ausſtellung 1881 und der Münchener 1882) ſind Verſuche mit wirklichem Befahren von Bahnſtrecken gemacht worden, bei denen ſich die Sedlatſchek'ſche Lampe ſehr gut bewährt hat.

Eine ruhig und gleichmäßig brennende, in der Tragweite die bisher gebräuchlichen übertreffende elektriſche Lokomotivlampe iſt ſelbſtredend auch für Kriegszwecke von hohem Werthe.

Beleuchtungen im Wirkungsbereich des feindlichen Feuers wird man jedoch wohl kaum nach der zweiten Sedlatſchek'ſchen Steuerungsmethode anwenden wollen, da die räumliche Nachbarſchaft von Motor, Lichtmaſchine und Lampe die Gefährdung durch das feindliche Feuer, welcher letztere nothwendig ausgeſetzt werden muß, auch auf die beiden anderen Organe überträgt. Letztere wird man doch lieber in Sicherheit bringen und ſich der Lampe mit der erſt geſchilderten elektromagnetiſchen Regulirvorrichtung bedienen.

Die Sedlatſchek'ſche Lampe hat vertikale Kohlenſtäbe. Ihr Princip dürfte aber auch Schrägſtellung geſtatten, ohne den Mechanismus bedenklich zu compliciren und ſein exactes Functioniren unſicher zu machen.

3. b. β. Der Projector oder Scheinwerfer.

185. Auf den Leuchtthürmen hat die ſinnreiche und wirkſame Fresnel'ſche Linſen-Prismen-Combination die ſphäriſchen und paraboliſchen Spiegel-Reflectoren verdrängt. Es lag nahe, den für den nautiſchen Gebrauch als den vollkommneren anerkannten optiſchen Hilfsapparat auch für die elektriſche Beleuchtung zu Kriegszwecken paſſend zu erachten.

Es wird dies auch noch heut zutreffen, inſofern nur die Bedingungen für das Licht in beiden Fällen dieſelben ſind.

Stationäre Kriegslichter werden ſtets große Verwandtſchaft mit dem nautiſchen Beleuchtungsweſen haben und bei dieſem ihre Modelle ſuchen können.

Auf fahrbaren Leucht-Apparaten iſt der einfachere, ſtandhaftere Spiegel dem complicirteren in ſeinem Zuſammenhange leichter löslichen Linſen-Prismen-Syſteme unzweifelhaft vorzuziehen. Da es zur Zeit einen paraboliſchen Glas-Hohlſpiegel noch nicht giebt und die metallnen theuer und vergänglich ſind, iſt der Mangin'ſche quaſi-paraboliſche Spiegel das einzige brauchbare Surrogat.

186. 3. b. γ. Das Lampengehäuſe bedarf keiner beſonderen Erörterung. Die Löſung der betreffenden Aufgabe iſt von Sautter und Lemonnier in den für das franzöſiſche Kriegsminiſterium gebauten Leuchtapparaten in muſtergiltiger Weiſe geleiſtet. Es iſt übrigens die leichteſte Aufgabe von allen zur Sprache gekommenen und wird von jedem geſchickten Mechaniker leicht zufriedenſtellend gelöſt werden.

4. Die Montirung.

187. Bei ſtationären und halbſtationären Beleuchtungsanlagen werden Motor und Dynamomaſchine in einer in jeder Beziehung ſicheren Kaſematte unterzubringen ſein. Dieſelbe muß gute Ventilation, Rauch- und Dampfabzug haben. Es iſt dabei wünſchenswerth, daß ſie möglichſt gute Tagesbeleuchtung erhält, damit die Maſchinen bequem beſichtigt, erforderlichenfalls reparirt und gereinigt werden können. Kohlen- und Waſſervorrath müſſen zur Hand ſein.

Da bei ganz ſtationären Anlagen auch die Lampe einen feſten Ort hat, ſo wird auch für deren Schutz und Sicherſtellung geſorgt werden können. Das Fixiren an einem beſtimmten Orte würde nicht ſtattfinden, wenn dieſer Aufſtellungspunkt nicht ſehr wichtig wäre. Die Erhaltung der Lampe wird alſo in ſolchem Falle von beſonderer Wichtigkeit, andererſeits aber auch von beſonderer Schwierigkeit ſein und demgemäß wohl einen größeren Aufwand rechtfertigen. Eine ſolche Lampe wird alſo zweckmäßig ihren beſonderen kleinen Panzer-Drehthurm erhalten.

188. Bei den fahrbaren Leuchtapparaten wird man ſelbſtverſtändlich, wenn möglich, Alles auf demſelben Fahrzeuge unterbringen, um Alles bei der Hand zu haben. Es wird aber nur bei kleinen Kalibern möglich, bei den meiſten Apparaten dagegen eine Vertheilung auf mindeſtens zwei Fahrzeuge erforderlich ſein.

Die Lampe (im weiteren Sinne: Kohlenträger, Scheinwerfer und Gehäuſe) wird füglich in allen Fällen ſo einzurichten ſein, daß ſie ſich iſoliren, von der Stromquelle entfernen und, für den Gebrauch bequem, ſicher aufſtellen läßt. Der Feind wird die Lampe nicht leicht treffen, er wird es aber verſuchen, wenn ſie hn genirt, und ihre Nachbarſchaft unſicher machen. Man wird mit dem Keſſel- und Maſchinenwagen eine geſicherte Aufſtellung ſuchen und mit der Lampe in dem Umkreiſe, deſſen größten Halbmeſſer die Länge des mitgeführten Kabels beſtimmt, den Ort wechſeln.

Digitized by Google

… mäßig konſtruirt iſt bei den franzöſiſchen … genannten Feld-) Apparaten ein zweirädriger … Lampengehäuſe mit Spiegel aufrecht, durch … liegt. Der herausgenommene Kohlen- … beſonderen vor den Rädern querüber ange- … hinter den Rädern querüber liegt das zuſammen- … darüber ſteht die Haspel, von welcher ſich … von ſelbſt abwickelt. Die Plattform des … Rädern. Der Karren hat eine kurze feſte … Knebel am Vorderende; er kann … werden.

… und dynamo-elektriſche müſſen … und in unverrückbarer Lage gegen- … Anwendung einer rotirenden Dampf- … anders ſein; bei einer Cylindermaſchine … es nicht anders ſein, weil andern- … völlig zuverläſſige Riemenſpannung zu …

… den größten zur Annahme gekommenen … Becs- oder 30 000 Kerzen-Maſchine) … Maſchinen auf einem Wagen vereinigt … iſt aus der durch die Rückſicht auf Fahr- … Beſchränkung ein Einwand gegen das … Beleuchtungsapparate überhaupt abgeleitet

… hinfällig. Sollte man wirklich mit … Leuchtkaliber nicht ſo weit zu leuchten … möchte und treffen würde, wenn man … Leuchtervermehrung noch kein Hinderungs- … Licht anzuwenden, denn es bleibt noch … Maſchinen zu trennen und ihn — nebſt … — auf einem beſonderen vierrädrigen … Wenn auch die Herſtellung der Dampf- … mittels eines flexibeln Zwiſchen- … iſt, ſo iſt ſie doch durchaus nicht

… der Naſmythſchen Dampframme in An-

190. Bei einer wohlausgerüſteten modernen großen Feſtung wird es an inneren und äußeren peripheriſchen und radialen Communicationen mit feſter Straßendecke ſchon aus Rückſicht auf Geſchütz- und Munitionstransport nicht fehlen dürfen. In ſolchem Falle ließe ſich wohl der Keſſelwagen zur Straßenlokomotive ausbilden, die ihren Dampf, wenn er nicht zur Stromerzeugung verwendet wird, als Zugkraft verwerthet. Im Bedarfsfalle hätte der Keſſelwagen den zunächſt angehängten vierrädrigen Maſchinenwagen und dahinter den zweirädrigen Lampen- oder Lichtkarren zu ziehen. An geeigneten Stellen, z. B. an mehreren längs der inneren Wallſtraße der Stadtbefeſtigung; hinter jedem Fort an dem äußeren Gürtelwege — wären bombenſichere Schutzhohlräume anzuordnen, in welche Keſſel- und Maſchinenwagen direkt einführen. Der Lichtkarren wird dann abgeprotzt und von der Mannſchaft an Ort und Stelle gebracht. Kurze Einlagen permanenter Drahtleitung z. B. von jeder Keſſel- und Maſchinenſtation nach den nächſtgelegenen Polygonecken des Stadtwalles, bezw. in den Hof des Forts, in deſſen Kehle die Maſchinenſtation liegt, würden die Herſtellung des Stromkreiſes beſchleunigen und denſelben vor Störung und Unterbrechung durch Paſſanten bewahren.

5. Hülfsgeräth und Zubehör für den Betrieb.

191. Die Mitnahme von etwas Schanzzeug verſteht ſich von ſelbſt, um betreffendenfalls den Stand der Lampe paſſend herrichten zu können. Ebenſo ein Vorrath an Kohlenſtäben, Schmieröl, Erſatzſtücke für abgängige Maſchinentheile, z. B. die Kontaktbürſten; Handwerkszeug für den Maſchiniſten; Fernrohre für den Operateur und den Beobachter u. ſ. w.

Beſondere Erwähnung verdient die Sicherſtellung des Verkehrs zwiſchen dem Beobachter und dem die Lampe Bedienenden (dem Operateur) in Fällen, wo dieſe beiden über Gehörweite von einander entfernt ſind.

Es iſt angeführt worden, daß gewiſſen Beleuchtungsapparaten ein kleiner Feldtelegraphen-Apparat beigegeben iſt. Bei der Entwickelung, die ſeitdem das Telephon erfahren hat, dürfte dieſer einfachere Apparat dem vorliegenden Zwecke ebenfalls genügen.

Beide Verkehrsmittel haben die ſchwache Seite gemein, daß ſie der verbindenden Drahtleitung bedürfen. Dieſe herzuſtellen wird unter allen Umſtänden Zeitverluſt verurſachen, oft den

Beobachter in ſeiner freien Bewegung hindern, bisweilen kaum möglich ſein, z. B. wenn Wall und Graben zwiſchen Inſtrument und Beobachter liegen.

Wenn man erwägt, daß der fragliche Verkehr, ſelbſt bei Rekognoscirungs-Beleuchtungen, ſich auf wenige Kommandos des Beobachters beſchränkt — etwa: Nach rechts! nach links! höher! tiefer! Licht geben! Licht aus! und dergleichen — ſo kommt man zu der Anſicht, daß es genügen dürfte, wenn die Begleitmannſchaft des Beobachters mit einigen Signallaternen, etwa einem weißen, einem rothen und einem grünen Lichte ausgerüſtet würde; denn ſo wird der Beobachter ſich oder ſeine Begleitmannſchaft wohl immer poſtiren können, daß er vom Bedienenden der Lampe oder deſſen Gehülfen geſehen werden kann. Um ſicher zu gehen, könnte man wohl jedem Leuchtapparat beides, ein Telephon und einen Satz Signallaternen beigeben.

Die Bedienung der Kriegs-Leuchtapparate.

192. Bei den fahrbaren iſt Beſpannung, Fahrperſonal und Begleitmannſchaft nach bekannten Grundſätzen anzuordnen. Wo Transport auf Handkarren, Kabelſtrecken oder Maſchinenbetrieb mittelſt Kurbel zu leiſten iſt, ſind die betreffenden Leute in genügender Zahl und, der nöthigen Ablöſung wegen, mindeſtens doppelt, beſſer dreifach zuzutheilen.

193. Zum eigentlich techniſchen Bedienungsperſonal gehören: der *Heizer* des *Dampfkeſſels*. Sollte der Keſſel auf beſonderem Wagen montirt und zur *Straßen-Lokomotive* ausgebildet ſein, ſo wären ein *Maſchiniſt* und ein *Heizer* erforderlich. Der *Maſchiniſt* für die Dampfmaſchine und die Dynamomaſchine, nebſt einem *Gehülfen*, der namentlich das Gefülltſein der Schmiergläſer überwacht, übrigens inſoweit die Bedienung der beiden Maſchinen kennt, daß er erforderlichenfalls den Maſchiniſten vertreten kann.

Die Genannten dürften bei ununterbrochener Arbeit in einer Nacht je nach der Jahreszeit gar nicht, ein- oder zweimal abzulöſen ſein. Mehr als vierſtündigen Dienſt wird man ihnen nur im Nothfalle auferlegen dürfen.

194. Die *Bedienung der Lampe* wird zwei gleich gut inſtruirte und intelligente Perſonen erfordern, die ſich etwa ſtündlich in der Nummer Eins, d. h. in der ſpeciellen Function der Kohlen-

regulirung und des Einrichtens auf wechſelnde Objekte abzulöſen hätten. Die Obliegenheit der jeweiligen zweiten Nummer beſtünde in der Unterhaltung des Verkehrs mit der Beobachtungsſtation. Nummer Eins darf ſeine Augen kaum von dem Kohlenbilde, ſeine Hände kaum von dem Kohlenſtellapparate entfernen. Die Richtungs-veränderungen im horizontalen und vertikalen Sinne hat dieſe Richt-Nummer nur nach dem durch Nummer Zwei ihm über-mittelten Commando des Beobachters auszuführen, und nicht ſelbſt nach dem Beleuchtungsobjekte zu blicken; es ſei denn, daß ein ſolches namhaft gemacht wird, und der Richtende dieſes leichter auffindet, wenn er ſelbſt danach ausblickt.

Bei Recognoscirungs- beziehungsweiſe Gefechts-Beleuchtungen werden vorausſichtlich beide Nummern bei der Lampe anſtrengenden, Auge und Ohr in Anſpruch nehmenden Dienſt haben und füglich auch nicht länger als vier Stunden auf dem Poſten erhalten werden dürfen.

Bei Sicherheitsbeleuchtungen mit feſtem Objekt, und beſonders bei Anwendung eines ſelbſtthätigen Kohlenſtellers, iſt der Dienſt ganz erheblich weniger anſtrengend. Hier würde eine Perſon alle techniſche Arbeit leiſten, allenfalls auch die Nacht über ohne Ablöſung bleiben können.

Wenn man nicht über ein ſehr gutes, für den Leuchtdienſt beſonders eingeübtes Unteroffizier-Perſonal verfügt, wird man zu jeder Lampe einen Offizier ſtellen müſſen; bei räumlicher Trennung einen zweiten zur Lichtmaſchine.

195. Der Beobachtungsdienſt wird bei Sicherheits-beleuchtungen oft von einer Schildwache verſehen werden können. In anderen Fällen, namentlich bei Recognoscirungs- und Gefechts-Beleuchtungen, wird er demjenigen der Artillerie analog zu organiſiren ſein. Der eigentliche Beobachter wird meiſtens ein Hilfsperſonal bei ſich haben müſſen, um je nach Umſtänden Direktiven für das Lampenperſonal oder Meldungen der Beobachtungsreſultate durch Abſendung von Ordonnanzen, oder telegraphiſch, telephoniſch, durch Lichtſignale — expediren zu können.

196. Einer beſonderen Erörterung werth erſcheint die Frage des räumlichen Verhältniſſes zwiſchen Lichtſtation und Beobachtungs-ſtation.

Der Zuſtand größter Vollkommenheit wäre erreicht, wenn dem Vertheidiger eines feſten Platzes oder einer Defenſivſtellung über-

haupt, ſo viele weittragende Einzellichter zu Gebote ſtünden, daß er im Stande wäre, das ganze Angriffsfeld dauernd erhellt zu halten und dadurch von vornherein allen Unternehmungen des Gegners den Schutz der Dunkelheit zu entziehen.

Wenn und wo dies zutreffen ſollte, mithin „Sicherheitsbeleuchtung mit feſtſtehendem Leuchtfelde“ anzuwenden wäre, da hätte der Beobachter ſelbſtverſtändlich keine Rückſichtnahme auf den Stand des Lichtes nöthig; unter allen ihm zugänglichen Orten würde er denjenigen wählen, der ſeiner Aufgabe am beſten entſpräche. Zutreffen wird dieſer günſtige Zuſtand höchſtens da, wo beſtimmte, unumgängliche Annäherungswege zu Lande oder zu Waſſer vorgezeichnet ſind. Bei freiem, durchweg gangbarem Angriffsfelde wird der Vertheidiger einſtweilen zufrieden ſein müſſen, wenn er nur einige elektriſche Lichter beſitzt, mit denen er, wie mit guten großen Blendlaternen, das Vorfeld ſtrichweiſe nach Breite und Tiefe abſuchen und erhellen kann.

197. In dieſem Falle erſcheint es auf den erſten Blick als das Natürlichſte, daß der Suchende ſeine Laterne bei der Hand hat, oder vielmehr — da dieſe Laterne nicht leichtbeweglich iſt — daß er ſich in deren unmittelbarer Nähe aufſtellt. Der Vortheil des unmittelbaren mündlichen Verkehrs für den ſchnellen und ſicheren Wechſel der Objekte liegt auf der Hand.

Gleichwohl wird dieſe Stellungnahme des Beobachters aus zwei Gründen abgerathen.

Der eine Grund liegt in der bei den einſchlägigen Verſuchen gemachten Wahrnehmung, daß der Beobachter von dem nahen Inſtrumente gelegentlich direkt oder durch Reflex von benachbarten Gegenſtänden eine Blendung erfährt, die ihn für längere oder kürzere Zeit unfähig macht, ſcharf in große Ferne zu ſehen. Erfahrungsmäßig hat der Beobachter mehr Ruhe und Sammlung, wenn er ſeinerſeits abſolut im Dunkeln ſteht. Daß empfohlen wird, er ſolle wo möglich tiefer ſtehen, als das Inſtrument, hat ſeinen Grund wohl darin, daß er dann am ſicherſten in die dunkle Zone untertaucht, die — wie früher bemerkt worden — zwiſchen Licht und Objekt ſchon deshalb erhalten werden muß, damit der Gegner kein Urtheil über die Entfernung gewinnen und die Schußwirkung nicht beobachten kann.

Wenn nicht etwa der zweite, ſogleich zu erörternde Grund den Beobachter nöthigt, ſich weiter vom Inſtrument zu entfernen —

die durch den eben erwogenen erſten Grund bedingte Entfernung wird er ſo klein wie möglich wählen mögen, um ſich den großen Vortheil des mündlichen Verkehrs mit der Bedienung der Lampe zu wahren. Er wird ſich alſo z. B. in die eine Ecke ſtellen, die eine Traverſe mit der Bruſtwehr macht, wenn das Inſtrument in der anderen Ecke ſteht, oder auf die Berme am Fuße der äußeren Bruſtwehrböſchung und dergl.

198. Der zweite Grund gegen die Aufſtellung des Beobachters in nächſter Nähe des Leuchtinſtruments beruht auf der Natur der Lichtbewegung durch den Raum.

Es iſt bei einer früheren Gelegenheit daran erinnert worden, daß das Sichtbarwerden nicht ſelbſtleuchtender, ſondern nur beleuchteter Körper allein auf dem Lichte beruht, das dieſelben reflektiren. Bekanntlich ſind die Farben beleuchteter Gegenſtände nichts anderes als der Ausdruck für den Procentſatz Licht, den jene reflektiren, während ſie den Reſt verſchlucken. Damit ein Gegenſtand ſichtbar werde, muß das durch Verſchlucken mehr oder weniger reducirte Licht als reflektirtes noch hinlänglich ſtarke Wellen ſchlagen, um den Sehnerv des Beobachters zu afficiren, nachdem es in die Camera obscura ſeines Auges eingetreten iſt. Man hat alſo mit dem ganzen Lichtwege: direkt vom leuchtenden Ort zum beleuchteten und reflektirt vom beleuchteten Orte zum Beobachter — zu rechnen. Wenn das Objekt von dem empfangenen Lichte 30 Procent verſchluckt, ſo iſt die Wirkung für den Beobachter dieſelbe, als wenn jenes vollſtändig reflektirt, aber nur 70 Procent von der Lichtmenge zugeführt erhalten hätte. Da das reflektirte Licht eine mehr oder weniger bedeutende Verringerung des empfangenen iſt, ſo wird der Beobachter einen nur beleuchteten Gegenſtand in mit der Entfernung ſtärker zunehmenden Abſchwächung des Lichteindruckes wahrnehmen, als dies bei einem ſelbſtleuchtenden Objekte der Fall wäre.

Aus dieſen optiſchen Thatſachen wird man folgern müſſen, daß der Beobachter doppelten Gewinn hat, wenn ſeine Entfernung von dem Objekte erheblich geringer iſt als die der Lichtquelle von demſelben. Einmal iſt dann der Geſammtlichtweg — direkt hin, reflektirt zurück — kürzer, zweitens aber iſt der Weg des reflektirten und je nach der Farbe des Objektes mehr oder weniger reducirten, alſo geſchwächten Lichtes ein geringerer Theil des Geſammtweges.

Dieſe theoretiſche Betrachtung wird durch praktiſche Ergebniſſe zu verificiren ſein. Solche ſind bei Verſuchen gewonnen, die 1879 in Frankreich „zu Lande“ mit dem größten Lichtkaliber (4000 becs) ausgeführt worden ſind. (Cf. Pescettos Applicazioni militari etc., S. 20 u. ff.)

Leider iſt die Charakteriſtik des Maßes der Sichtbarkeit eine ſehr oberflächliche; ſie lautet: „mit dem Doppelperſpektiv (Feldſtecher) waren die einzelnen Leute zu unterſcheiden“.

Länge des Lichtweges:

direkt	reflektirt	im Ganzen
8000	50	8050
7800	100	7900
6000	600	6600
1500	4300	5800

Dieſe kleine Serie von vier Beobachtungen zeigt deutlich, daß thatſächlich die Geſammtleiſtung des Lichtes für den Beobachter abnimmt, je mehr er ſelbſt vom beleuchteten Objekte ſich entfernt.

Die Ziffern ſind freilich ſehr extravagant, denn einerſeits wird ſich kaum jemals der Beobachter auf 50 m an das beleuchtete Objekt heranwagen können, und andererſeits ſind Verhältniſſe nicht denkbar, die dem Lichte geſtatteten, bis auf 1500 m an das Objekt heran zu gehen und den Beobachter nöthigten, 4300 m davon abzubleiben. Weniger grelle Differenzen in der erſten und zweiten Rubrik würden die Schwächung der Wirkung in der dritten Rubrik ſehr gemäßigt haben.

Wenn dieſe kleine Verſuchsreihe die Richtigkeit der theoretiſchen Betrachtung daher zwar beſtätigt, ſo lehrt ſie andererſeits, daß dieſes Moment für die Praxis von keiner großen Bedeutung iſt.

Eine zweite Verſuchsreihe beſtätigt die zuletzt gewonnene Anſicht noch mehr. Leider iſt auch hier wieder nur ſehr allgemein die Beleuchtungswirkung mit den Worten verzeichnet: „Die Objekte waren in ſolchem Grade ſichtbar, daß man darauf zielen konnte.“ Es genügen folgende Citate:

6000 m direkt + 3900 m reflektirt = 9900 m Geſammtlichtweg; aber auch
3400 m „ + 6500 m „ = 9900 m „

Zielfähige Objektbeleuchtung ergaben ſogar noch die Entfernungen:
4000 m direkt + 6500 m reflektirt = 10500 m Geſammtlichtweg; aber auch
6000 m „ + 4500 m „ = 10500 m „

Nach den letzten Erörterungen wird man keinen großen Werth darauf zu legen haben, daß der näher an das Objekt herangehende Beobachter den Weg des geſchwächten reflektirten Lichtes abkürzt, aber der Vortheil wird unleugbar gewonnen, daß ſich der Geſammtweg des Lichtes verkürzt.

199. Die angeſtellten Betrachtungen führen zu folgenden Grundſätzen bezüglich der Lichtleitung:

In allen Fällen, wo dem Beobachter daran gelegen ſein muß, das Licht nach ſeinem Willen zu lenken, wird er in erſter Linie anſtreben müſſen, ſich zwar der für ihn ſelbſt hinderlichen Wirkung des Lichtes zu entziehen, ſich aber doch in ſolcher Nähe deſſelben zu halten, daß er es mit der Stimme — am liebſten direkt; allenfalls aber auch durch einen oder mehrere Zwiſchenpoſten — regieren kann. Nur wenn die Deutlichkeit des Sehens nicht anders zu gewinnen iſt, wird ſich der Beobachter über Sprechweite vom Inſtrumente entfernen dürfen. In ſolchem Falle iſt zu vermeiden, daß beide Stationen Objekte zwiſchen ſich bekommen, die ſchnelle und ſichere Herſtellung der telephoniſchen Verbindung erſchweren oder gar verhindern. Die telephoniſche Verbindung iſt die angemeſſenſte; erſt wenn dieſelbe nicht herſtellbar iſt wird zu den Signallaternen gegriffen.

Das elektriſche Licht leuchtet am beſten, wenn es hoch angebracht iſt. Es ſoll aber auch leicht ſeinen Standort wechſeln können, um ſich den Nachſtellungen des Feindes zu entziehen. Es wird demnach auf die höchſten Punkte der fortifikatoriſchen Linien angewieſen ſein. Da der Beobachter, wenn er genöthigt iſt, dem Objekte ſich mehr zu nähern, unabänderlich den Graben zwiſchen ſich und das Licht bringt, ſo erſcheint es gerathen, an geeigneten Punkten — etwa in den Saillants, unter Benutzung der Caponièren-Erddecken, der Poternen u. ſ. w. — permanente Telephondrähte zu ſpannen, an welche die Lichtſtation auf dem Walle und der Beobachter im gedeckten Wege anſchließen können.

200. Für die durch dynamo-elektriſche Maſchinen zu gewinnende Lichtſtärke giebt es kein Maximum und kein Minimum. 1881 in Paris hatte der amerikaniſche Photo-Elektriker Bruſh eine „Sonne“ von angeblich 150 000 Kerzen Lichtſtärke producirt, zu deren Erzeugung er kaum weniger als 75 Pferdeſtärken gebraucht haben dürfte; ebendaſelbſt hatten Sautter u. Lemonnier Maſchinen für zwei Mann, die etwa nur 1/6 Pferdeſtärke

leiſten und 300 Kerzen Licht liefern. Es liegt weder ein theoretiſches noch ein praktiſches Hinderniß vor., über dieſe weit auseinander liegenden Grenzwerthe in beiden Richtungen noch hinaus zu gehen.

In Bezug auf Lichtſtärke kann demnach die Dynamo-Maſchine für Bogenlicht allen Anforderungen gerecht werden. Sie iſt dabei ſehr beſcheiden in ihren Anſprüchen auf Platz und arbeitet billig. Gleichwohl giebt es Umſtände, wo die elektro-chemiſche Stromerzeugung mittelſt galvaniſcher Batterie der Elektricitäts-Erregung durch mechaniſche Arbeit vorzuziehen iſt. Dieſer Fall tritt namentlich da ein, wo (wie oben in No. 162 hervorgehoben) leicht tragbare Lichter von mäßiger Leuchtkraft erforderlich ſind. So lange die Accumulatoren aus Bleiplatten beſtehen, wird die Benutzung „ſekundärer Elemente“ oder ſogenannter „Polariſations-Batterien“, primären galvaniſchen Batterien gegenüber Vortheil, wenigſtens in Bezug auf das mitzuführende Gewicht kaum gewähren.

Das elektriſche Licht verſpricht namentlich für zwei Kategorien von militäriſchen Lokalitäten große Vortheile gegenüber anderen Beleuchtungsmethoden: erſtens für alle Aufbewahrungsräume feuergefährlicher Gegenſtände: Petroleum, Pulver, Munition ꝛc.; zweitens für enge Defenſionsräume, namentlich die Panzerthürme, in denen die ſtarken Lufterſchütterungen jedes andere frei brennende Licht unmöglich machen.

In beiden Fällen erſcheint die Stromerzeugung durch eine Dynamomaſchine bedenklich. Für die Räume der erſten Art ſchon wegen der unvermeidlichen Funken am Kollektor der Maſchine. Wenn vollends Jemand aus Unvorſichtigkeit oder aus Spielerei auf das hintere Ende der oberen Bürſte drückt und dieſelbe dadurch momentan vom Kollektor abhebt, ſo ſchießt der unterbrochene Strom in Geſtalt einer mächtigen Flamme hervor.

In den Defenſionsräumen, zumal in den Panzerthürmen und Batterien, iſt der Raum gewöhnlich ſo beſchränkt, daß neben der Bedienungsmannſchaft des Geſchützes eine Dynamo-Maſchine und deren Motor ſelten Platz haben würde.

Hiermit ſind die Fälle bezeichnet, wo die ruhig wirkende, keiner Bedienungsmannſchaft bedürfende und kein anderes Feuer als das des wohlgeſchützten glühenden Kohlenfadens erzeugende

galvaniſche Batterie der dynamo-elektriſchen Maſchine vorzuziehen ſein würde, falls es möglich iſt, genügend leiſtungsfähige Batterien von ſolcher Einrichtung und ſolchem Gewichte herzuſtellen, daß ſie transportfähig und für einen, höchſtens zwei Mann tragbar ſind.

201. Am meiſten in Gebrauch ſteht gegenwärtig die ſogenannte konſtante Zink-Kohlen-Batterie von Bunſen.

Die urſprüngliche Einrichtung derſelben iſt folgende:

Jedes „Element" beſteht aus einem Zinkcylinder, der in einer mit verdünnter Schwefelſäure gefüllten poröſen Thonzelle ſteht; letztere, von einem Kohlencylinder umgeben, ſteht in einem mit concentrirter Salpeterſäure gefüllten Gefäße.

Die Salpeterſäure wirkt durch die entwickelten Dämpfe von Unterſalpeterſäure ſehr unangenehm, ja geſundheitsſchädlich und ſtark oxydirend auf alles Eiſen, falls nicht der Aufſtellungsort im Freien oder ſehr ſtark ventilirt iſt.

Eine ſehr zweckmäßige Modification des Bunſen-Elementes ſtellte Tommaſi her: Das äußerſte Gefäß bildet hier ein cylindriſcher Steinguttopf, in welchem ſich, in Form von centimeterdicken Ringen, die man leicht auswechſeln kann, das Zink auf einem Gehänge aus Kupferdraht befindet. Die Thonzelle, die in dem äußeren Gefäße ſteht, enthält die Kohle in Stabform und außerdem ein ſchlankes cylindriſches Glasgefäß mit durchlöchertem Boden, in welches (ſtatt der concentrirten Salpeterſäure) eine Miſchung von zwei Theilen ſatter wäſſeriger Natronſalpeterlöſung und drei Theilen 45gradiger Schwefelſäure gefüllt wird. Nur allmählig tritt dieſe Flüſſigkeit durch die Bodenöffnungen in die Thonzelle und kommt in Berührung mit der Kohle. Der Zwiſchenraum zwiſchen der Thonzelle und dem Steinguttopf wird bis zum Umſpülen der Zinkringe mit 40gradiger Schwefelſäure gefüllt.

Die Tommaſiſche Anordnung erleichtert die Inſtandhaltung der Batterie und vermeidet — allerdings auf Koſten der energiſchen Stromerzeugung — die unangenehmen nitroſen Dämpfe; es geben rund 100 Tommaſi-, den Effekt von 60 Bunſen-Elementen.

202. In Fällen, wo es nicht gefordert wird, das Licht und mithin eine gewiſſe Stromſtärke längere Zeit hindurch konſtant zu erhalten, dürften die (ebenfalls von Bunſen zuerſt konſtruirten) ſogenannten „Chromſäure-Batterien" ausreichen.

Bei dieſen iſt die Salpeterſäure durch eine Flüſſigkeit erſetzt,

die auf 100 bis 150 Gewichtstheile Waſſer 12 Gewichtstheile doppelt chromſaures Kali und 25 Gewichtstheile Schwefelſäurehydrat enthält.*)

Die Chromſäure greift das Zink nicht ſtärker an, als dies die verdünnte Schwefelſäure thut; es iſt demzufolge nicht mehr nöthig, die nur zum Schutze des Zinks dienende trennende Thonzelle anzuwenden, und die Zuſammenſetzung der Elemente iſt erheblich vereinfacht.

203. In dem ſogenannten Flaſchen-(Tauch-)Element iſt bereits eine Form gefunden, die inſofern der vorliegenden Aufgabe zu ſtatten kommt, als ſie ziemlich ſorgloſen Transport ohne Gefahr des Verſchüttens der ſauren Flüſſigkeit geſtattet.

Die Einrichtung iſt folgende:

Die Flüſſigkeit befindet ſich in einer dickbauchigen Flaſche mit langem cylindriſchen Halſe. Letzterer iſt oben mit einem feſten Meſſingring umgeben und — mittelſt Bajonnet-Verſchluß — durch eine Platte faſt waſſerdicht zu verſchließen. An der Unterfläche der Verſchluß-Platte, alſo nach Herſtellung des Verſchluſſes in den Flaſchenhals hineinragend und in die Flüſſigkeit tauchend, ſind zwei Kohlenſtäbe oder ſchmale Platten ſo befeſtigt, daß ſie in leitender Verbindung mit der auf der oberen Deckelfläche befindlichen Draht-Klemme ſtehen. Die Zinkplatte ſteckt zwiſchen den beiden Kohlenplatten, iſt aber nicht an dem Deckel, ſondern an einem Draht befeſtigt, der ſeinerſeits mit ſo viel Reibung durch den Deckel geht, daß er in jeder beliebigen Stellung feſtſteht. Eine zweite Drahtklemme communicirt mit dem Zink-Element, und ein dritter Knopf dient dazu, den Draht, an dem der Zinkſtab ſitzt, auf und nieder zu ſchieben. Thut man Erſteres, ſo hebt man das Zink aus der Flüſſigkeit heraus und entzieht es deren zerſetzender Wirkung; thut man das Zweite, ſo taucht man es ein, und die Stromerregung kommt in Gang.

Nach dieſem Vorgange wird dieſe Form auch „Tauch-Element“ genannt.

---

*) Das neueſte Recept lautet: Pro Element 155 g doppelt chromſaures Kali, 157 cbcm Schwefelſäure auf 1512 cbcm Waſſer. Dieſes Element ſoll an elektromotoriſcher Kraft das 2,3fache des Daniellſchen entwickeln, alſo etwa 2,4 Volts.

204. Es giebt bereits einzelne Glühlicht-Lampen, die ihren Strom aus einer Batterie beziehen, z. B. eine von Paterſon in London konſtruirte, die, zunächſt für die Dunkelkammer der Photographen beſtimmt, ſich leicht auch für die hier in Betracht kommenden Kriegsräumlichkeiten einrichten ließe. Bei derſelben befinden ſich fünf Chromſäure-Elemente in einem parallelepipediſchen Kaſten von etwa 50 cm Länge, der mittelſt metallner Handgriffe an den Stirnſeiten bequem getragen werden kann. Mitten auf dem Klappdeckel des Kaſtens ſteht die Glühlichtlampe, die jedenfalls ſo eingerichtet ſein wird, daß ſie nur einfach aufgeſchraubt zu werden braucht, um die leitende Verbindung mit den Batterie-Polen herzuſtellen.

Ihrer ſpeciellen Beſtimmung entſprechend iſt der Glaskolben, der die Kohlenfaſer enthält, aus rothem Glaſe. Für unſere Zwecke müßte das Glas natürlich weiß ſein. Zweckmäßig wäre ferner die von Crompton bei einer für Bergwerksbetrieb konſtruirten Sicherheitslampe angewendete Schutzmaßregel einer zweiten Glocke von weißem ſtärkeren Glaſe; der Zwiſchenraum zwiſchen beiden Gläſern wird mit Waſſer gefüllt. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß, wenn die äußere Glasglocke zerbricht, der innere ſchwächere Kolben widerſtehen ſollte; zerbricht dieſer aber gleichfalls, ſo muß der glühende Kohlenbügel ſofort durch das Waſſer gelöſcht werden.

205. In einem großen Pariſer Geld-Inſtitute (Comtoir d'escompte) iſt aus feuerpolizeilichen Gründen in ſehr bedeutendem Umfange elektriſche Beleuchtung, die ihren Strom aus Chromſäure-Batterien empfängt, gewählt und augenblicklich zum Theil bereits verwirklicht.

Es ſollen daſelbſt 100 Glühlichtlampen und 50 Bogenlichter (jedes etwa gleich 10 Glühlichtern lichtſtark) brennen.

Es ſind dazu 60 Batterien beſtimmt, deren jede aus 48 Zink-Kohle-Elementen beſteht. Die angewendete Flüſſigkeit enthält in einem Kubikmeter 75 kg doppeltchromſaures Natron (billiger als Kali) und 150 kg Schwefelſäure.

Da eine Batterie von 48 Elementen 8 bis 10 Swanlampen bedient, ſo wird die Folgerung gerechtfertigt ſein, daß man eine Swan- oder Ediſonlampe (wenn auch nur das kleinſte Kaliber von 8 Kerzen Lichtſtärke) mit 6 Elementen wird unterhalten können.

Sechs Flaſchen-Tauch-Elemente der oben beſchriebenen Art in einem paſſend geſtalteten, möglichſt leicht gearbeiteten Holzkaſten würden von einem Manne, jedenfalls bequem von zwei Mann getragen werden können. Das Problem des tragbaren elektriſchen Lichtes in möglichſt feuerſicherer Form kann demnach ebenfalls als bereits gelöſt gelten, wenn freilich auch in dieſer Richtung Fortſchritte und Verbeſſerungen noch am meiſten zu wünſchen bleiben.

Digitized by Google

Kleine Mittheilungen.

1.

Oeſterreichiſches Eiſenbahn- und Telegraphen-Regiment.

Die folgenden Angaben ſind der „Vedette“ entnommen.

Für den militäriſchen Eiſenbahn-Dienſtbetrieb beſtanden bisher in Oeſterreich-Ungarn nur kleinere „Feld-Eiſenbahn-Abtheilungen“, welche ſich aus einer Civil-Abtheilung und einem Militär-Detachement zuſammenſetzten. Im Frieden umfaßten dieſelben 10 Offiziere und 345 Mann der Genie- und Pioniertruppe, welche derzeit insgeſammt in Bosnien beſchäftigt ſind. Feld-Telegraphen-Abtheilungen gab es im Frieden überhaupt nicht; nur im Occupationsgebiete wurden ſie im Bedarfsfalle für die vom Militär in Betrieb genommenen Linien errichtet.

Das neue Feldeiſenbahn- und Telegraphen-Regiment wird, wie dies ſchon die Benennung dieſer Truppe anzeigt, beide Dienſtzweige in den Bereich ſeiner praktiſchen Wirkſamkeit ziehen. Den Grundſtamm des Regiments werden 8 von der Genietruppe abzutrennende Reſervekompagnien bilden (499 Mann), zu welchen ein Pionier-Detachement von 56 Mann, ſowie die jetzt ſchon im Occupationsgebiete beſtehenden Feldeiſenbahn-Abtheilungen hinzutreten. Im Ganzen wird das Regiment zwei Bataillone zu je vier Compagnien zählen und folgenden Friedensſtand haben: 1 Oberſt, 1 Oberſtlieutenant, 1 Major, 8 Hauptleute, 13 Oberlieutenants, 18 Lieutenants, 1 Oberlieutenant-Rechnungsführer, 8 Cadet-Offiziersſtellvertreter, 8 Feldwebel, 9 Rechnungs-Unteroffiziere, 33 Zugsführer, 1 Stabsführer, 1 Büchſenmacher, 68 Corporale, 48 Gefreite, 8 Horniſten, 620 Soldaten und 43 Offiziersdiener; zuſammen 890 Mann. Hiervon wird ein

Bataillon in der Stärke von 18 Offizieren und 414 Mann im Occupationsgebiete vertheilt werden, um auf der Militärbahn Doberlein-Banjaluka und der ſchmalſpurigen Bahn Bosniſch-Brood-Sarajewo Dienſte zu leiſten und im Bedarfsfalle die Feldtelegraphen-Linien in Betrieb zu ſetzen und zu erhalten. Das andere Bataillon und der Regimentsſtab verbleiben in der Monarchie.

Die Compagnien dieſes Bataillons können gegebenen Falls vom Kriegsminiſterium auch zur Dienſtleiſtung bei Staats- und Privat-Eiſenbahnen commandirt werden. In dieſem Falle haben die Bahnverwaltungen die Werkzeuge und Requiſiten für den Oberbau ſelbſt zu liefern. Das Minenzeug, die Sprengmittel (Dynamit und lediges Pulver) ſowie die Zündmittel, die Chatouillen-Feldſchmiede, die Erd- und Holzwerkzeuge ꝛc. ſind gegen entſprechende Vergütung an den Militärfiscus aus den Vorräthen der Compagnien zu entnehmen. Jedes Bataillon unterhält ſtändig eine Telegraphen-ſchule. Die für den Kriegsfall giltige Eintheilung des Netzes in Feldtelegraphen erſter Linie (zur Verbindung des Armee-Ober-commandos, der Armeecommanden und der Corpscommanden), dann in ſolche zweiter Linie (zur Verbindung der Armeecommanden mit den Armee-Generalcommanden und Reſerve-Anſtalten zweiter Linie, ſowie zum Anſchluß an den ſtabilen Telegraphen), und in Reſerve-Telegraphen (zur Ergänzung des ſtabilen Netzes im Bereiche der operirenden Armee und zum Anſchluſſe deſſelben an den Feld-telegraphen erſter und zweiter Linie) wird durch die neuen organiſchen Beſtimmungen nicht berührt. In dienſtlicher Beziehung wird das Commando des Eiſenbahn- und Telegraphen-Regiments unmittelbar dem Generalſtabschef der bewaffneten Macht untergeordnet ſein, was bisher bloß hinſichtlich des Pionier-Regiments der Fall war, während die Genie-Truppe der General-Inſpection des Ingenieur-corps unterſtellt iſt.

Literatur.

1.

Mittheilungen des k. k. Militärgeographiſchen Inſtituts Herausgegeben auf Befehl des k. k. Reichs-Kriegsminiſteriums. II. Band 1882. Wien, Selbſtverlag des Inſtituts. Bezugsquelle: R. Lechners Hof- und Univerſitäts-Buchhandlung, Graben 31.

Unſere Zeitſchrift hat bei dem erſten Auftreten dieſer literariſchen Kundgebung der genannten Anſtalt auf dieſelbe als eine ſehr beachtenswerthe aufmerkſam gemacht. „Petermanns Mittheilungen“, Autorität erſten Ranges im Gebiete des Kartenweſens, der Erd- und Völkerbeſchreibung, haben anerkannt, daß kaum eine andere Anſtalt für die Fortbildung der Kartographie in allen ihren techniſchen Zweigen ſo Hervorragendes geleiſtet habe und fortgeſetzt leiſte als die in Rede ſtehende Wiener. Der kürzlich veröffentlichte 2. Band „Mittheilungen“ enthält zunächſt den Jahresbericht (1. 5. 81 bis Ende April 1882).

Wenn derſelbe zum großen Theile nur für den Specialiſten ſachlich und für den Oeſterreicher patriotiſch Intereſſirendes enthält, ſo wird doch jeder andere, den einſchlägigen Arbeiten mehr oder weniger Naheſtehende, beim Durchleſen dieſes Jahresberichtes Belehrendes und Unterhaltendes genug finden.

Da leſen wir z. B., daß eine Triangulirungs-Abtheilung Ende Juli aus Ungarn nach Salzburg und Tyrol überſiedelt. Hier gilt es Signale auf Hochpunkten zu errichten, die meiſtens

Digitized by Google

über der Schneegrenze liegen, oder über Gletſcher hinweg auf kahlen Felsſpitzen. Hier mußte jeder Einzelne, Officiere wie Träger, ein ſchwindelfreier, muskelſtarker, ausdauernder Alpenſteiger ſein. Oft, von Schneeſtürmen oder Gewittern überraſcht, mußten ſie abwärts flüchten und im Nebel entlegene Sennhütten aufſuchen. Später, als die Signal-Pyramiden errichtet waren, mußte der Beobachter, um keinen Moment günſtiger Witterung zu verſäumen, in der Nähe des Inſtrumenten-Standortes längeren Aufenthalt nehmen. Bei einzelnen Punkten konnte er eine der von den Alpenvereinen errichteten Schutzhütten benutzen, bei anderen war er auf ſein Zelt angewieſen.

Für das trigonometriſche Signal des Groß-Venediger z. B. (Seehöhe 3659 m) gewährte die „Prager Hütte" Unterkunft, die aber gegen 1200 m tiefer liegt. Der Weg zwiſchen beiden Punkten iſt verhältnißmäßig bequem, ſo lange der Schnee feſt iſt, die Gletſcherſpalten ſichtbar ſind; er nimmt dann nur reichlich drei Stunden in Anſpruch. Im Sommer 1881 fiel aber häufig und reichlich neuer Schnee, der bei warmem Südweſt ſo weich und locker lag, daß man ſtets bis an die Kniee, oft bis über die Hüften einſank. Unter ſolchen Umſtänden nahm der Weg von der Hütte zum höchſten Punkte bis ſechs Stunden angeſtrengten Steigens in Anſpruch. Auf der höchſten Höhe wehte dann wohl ein eiſiger Wind, das Thermometer ſtand mehrere Grade unter Null, und trotz alledem mußte nun mit dem Theodoliten höchſt akkurate Arbeit gemacht werden.

Mühſeligkeiten anderer Art fanden ſieben andere Triangulirungs-Abtheilungen in dem unwirthlichen, wegearmen „Occupations-Gebiet", wo — einigermaßen im Widerſpruch mit der eben wiedergegebenen officiellen Bezeichnung eines Beſitzverhältniſſes *proviſoriſcher* Natur — die auf *Dauer* zielende Arbeit der Landesaufnahme ſehr eifrig betrieben wird.

Nach der bisherigen Erfahrung kann dort eine Abtheilung (3 Officiere, 7 Infanteriſten als Handlanger und nach Bedarf in Lohn genommene Landbewohner) in einem Sommer 120 bis 150 trigonometriſche Punkte mit Signalen verſehen und trigonometriſch beſtimmen. Die Aufnahme (die militäriſche in $^1/_{25000}$ und die ſogenannte Kataſtral-Aufnahme im Landes-Kultur- und finanzpolitiſchen Intereſſe in $^1/_{12500}$) des ganzen Occupationsgebietes verlangt die Beſtimmung von rund 2500 Punkten.

Die topographiſche Arbeit — Meßtiſchaufnahme mit Höhenbeſtimmung — folgt der Triangulation auf dem Fuße.

Das zweite Hauptſtück der „Mittheilungen" behandelt ältere und neuere Reproductionsverfahren der Kartographie, unter beſonderer Berückſichtigung der kartographiſchen Ausſtellung, die 1881, bei Gelegenheit des dritten internationalen geographiſchen Kongreſſes, in Venedig ſtattgefunden hat.

Mit Vorliebe, gutem Erfolge und in hoher Vollkommenheit wird im Wiener militäriſch-geographiſchen Inſtitut die Heliogravüre betrieben.

Dieſes Wort — eine etwas barbariſche Legirung von Griechiſch und Franzöſiſch — bezeichnet zwei von den mehreren Hauptakten eines Vervielfältigungsverfahrens, dem, ſeiner Eigenart entſprechend, ein eigener unterſcheidender Name beigelegt werden ſollte.

Das Verfahren beginnt mit der photographiſchen Aufnahme der Originalzeichnung, wodurch ſich die Herbeiziehung von „Helios" rechtfertigt; es endet mit dem Abdruck von einer Kupferplatte, die das Ausſehen einer vom Kupferſtecher oder Graveur gelieferten hat.

Zwiſchen „Helios" und „Gravüre" müſſen aber noch die wichtigſten, die am meiſten modernen techniſchen Akte vor ſich gehen.

Der photographiſche Apparat liefert, wie bei anderen derartigen Aufnahmen ein Negativ auf einer — hier mit Chlor-Jod-Collodion präparirten — Glasplatte.

Das durch „Aufnahme", „Fixiren" und „Verſtärken" fertig hergeſtellte Negativ zeigt auf dem dunkelen „Planium" oder Grunde in glashellen Linien das genaue Abbild des Originals.

Von dem Negativ auf der Glasplatte zweigen ſich verſchiedene Wege ab, auf denen man zu einer Vielheit von Copien des Originals gelangt. Am einfachſten, aber nur eine beſchränkte Zahl von Copien liefernd, iſt das gewöhnliche Verfahren des Porträts aufnehmenden Photographen (Silber-Copirproceß und Pigmentdruck oder Kohlephotographie). Andere Wege ſchlägt die Photolithographie und Photozinkographie ein. Im Allgemeinen folgt dieſer letzteren Richtung auch die Heliogravüre; in der ſpeciellen techniſchen Behandlung hat ſie jedoch ihren eigenen Weg, der hier kurz charakteriſirt werden ſoll.

Ein Blatt ſtarken gut geleimten Papiers erhält, auf einer genau horizontalen Glasplatte flach aufliegend, einen Ueberzug

von Gelatine und Ruß, der mit doppelt-chromſaurem Kali behandelt und dadurch lichtempfindlich wird. Ein ſo vorbereitetes Blatt wird unter das Negativ in den Copirrahmen gebracht und dem Lichte ausgeſetzt. Letzteres kann nur durch die collodiumfreien Stellen des Negativs auf die Gelatinplatte wirken, im Ganzen alſo genau allen Strichen entſprechend, aus denen die Zeichnung beſteht, die vervielfältigt werden ſoll. Die Folge der Lichtwirkung iſt, daß die Gelatine gegen Waſſer widerſtandsfähig wird; ſie quillt im kalten nicht, löſt ſich im warmen nicht auf.

Angemeſſene Behandlung der auf eine verſilberte Kupferplatte übertragenen Gelatineplatte mit kalten und warmen Bädern geſtattet bald die Beſeitigung des Papiers, auf welches die Gelatineſchicht geſtrichen war und ſchwemmt nach und nach die unbelichtet geweſene Gelatine hinweg. Schließlich erſcheint auf weißem Grunde in tiefſchwarzen Strichen ein genaues Abbild der Originalzeichnung. Die Striche haben aber eine merkliche Dicke, ſind kleine Dämme von harter Gelatine, ſo hoch wie die Gelatineſchicht dick geweſen iſt.

Nachdem dieſe Reliefſtrichzeichnung völlig getrocknet iſt, erhält ſie durch mechaniſches Auftragen einen dünnen Ueberzug von Graphit, der ſie elektriſchleitend macht und liefert dann im galvanoplaſtiſchen Trogapparate die Kupferplatte mit vertiefter Zeichnung, die in Druckfähigkeit einer vom Graveur hergeſtellten vollkommen gleichwerthig iſt.

Für Kartenwerke von dauerndem Werthe, die jedoch von Zeit zu Zeit bei Neuausgaben durch Nachträge und Abänderungen „evident", d. h. in der Uebereinſtimmung mit der Wirklichkeit, erhalten werden müſſen, giebt es kein entſprechenderes Verfahren als den Kupferdruck, denn auf der Kupferplatte läßt ſich Falſchgewordenes zuhämmern und Neuhinzugekommenes nachſchneiden; von jeder korrigirten Platte läßt ſich galvanoplaſtiſch eine Hoch- und von dieſer wieder eine Tiefplatte zum Neudruck gewinnen. Die Heliogravüre arbeitet mindeſtens doppelt ſo ſchnell und doppelt ſo billig, als es dem Kupferſtecher möglich iſt. Dazu kommt noch ein artiſtiſcher Vortheil. Die Schönheit des Abdrucks hängt in dem einen Falle vom Kupferſtecher, im anderen vom Zeichner des Originalblattes ab; es wird aber wohl immer leichter ſein, zur Erledigung einer beſtimmten Aufgabe in beſtimmter Friſt die erforderliche Anzahl guter Zeichner zu beſchaffen, als die doppelte Zahl entſprechend guter Kupferſtecher.

Die im Wiener Inſtitut angewendete Methode der Heliogravirung iſt 1869 vom gegenwärtigen Leiter der photo- und photochemi-graphiſchen Abtheilung, E. Mariot, eingeführt.

Dieſelbe Methode iſt in Rußland und Schweden angenommen. Das italieniſche militär-topographiſche Inſtitut wendet die Heliogravüre mit einer von General Avet angegebene Modifikation an, die darin beſteht, daß das Gelatine-Relief unmittelbar auf der Collodium-Seite des Negativs hergeſtellt wird. Dies iſt unverkennbar eine merkliche Vereinfachung und Koſtenverringerung, führt aber zu einem flacheren Relief, einer ſeichteren Druckplatte und weniger ſcharfen Abdrücken. Ueberdies liefert das Negativ hier nur eine Copie; falls das Glas im galvanoplaſtiſchen Troge ſpringt, muß ſogar das Negativ neu beſchafft werden. Dadurch iſt der ökonomiſche Vortheil ſehr abgeſchwächt, wenn nicht gar in das Gegentheil verkehrt.

Die geographiſch-ſtatiſtiſche Abtheilung des preußiſchen Generalſtabes hat die Heliogravüre bis jetzt nur zur Herſtellung der Karte von Elſaß-Lothringen und der neu angefertigten Blätter der Reymannſchen Karte angewendet. Zwei Platten für die letztere hat die Abtheilung in dem Wiener Inſtitut anfertigen laſſen; im Uebrigen betreibt die Reichsdruckerei in ihrem photographiſchen Atelier das Heliogravüre-Verfahren und zwar — nach Angabe unſeres Gewährsmannes — in der Avetſchen Manier. Was der Bezeichnete in Venedig geſehen — von zwei Sektionen die fünf Stadien: Originalzeichnung in $^1/_{50000}$; das Glasnegativ auf $^1/_{80000}$ reducirt mit dem darauf entwickelten Gelatine-Relief; die galvanoplaſtiſch erzeugte Kupfer-Druckplatte; ein Probedruck — hat ihn in der Bevorzugung des Wiener Verfahrens — das Gelatine-Relief auf verſilberter Kupferplatte — durchaus beſtärkt.

Das dritte Hauptſtück der „Mittheilungen" berichtet von Unterſuchungen über die Schwere im Innern der Erde durch Beobachtungen der Dauer der Schwingungen deſſelben Pendels auf der Oberfläche und in großer Tiefe. Ausgeführt ſind dieſe überaus mühſamen, ſubtilen und rechnungsbedürftigen Unterſuchungen durch den damaligen Hauptmann, jetzigen Major Daublebsky v. Sterneck, den Leiter der Sternwarte des militär-geographiſchen Inſtituts in dem 1000 m tiefen Adalbertſchacht des großen Silberbergwerkes im Birkenberge bei Přibram (ungefähr

60 km ſüdweſtlich von Prag, zwiſchen zwei Seitenthälern des Moldauzufluſſes Beraun).

Prüfung und Berichtigung der benutzten Zeitmeſſer durch aſtronomiſche Beobachtung; Ueberſetzen des benutzten phyſiſchen Pendels in ein mathematiſches; Ermittelung der Schwingungsdauer aus ſtundenlangen Beobachtungen; Reduction der beobachteten Schwingungszeit: auf unendlich kleine Amplitüden (Weite des Pendelausſchlages, der bekanntlich nur für oberflächliche Beobachtung tautochroniſch iſt); auf den luftleeren Raum, auf die Temperatur ± 0; endlich wegen Luftfeuchtigkeit — dieſe wenigen Stichworte charakteriſiren einigermaßen die Fülle von Arbeit, die aufgewendet werden mußte, um als Reſultat — drei Zahlen zu erhalten, die ſich am anſchaulichſten in folgender Form darſtellen: Eine Pendeluhr, die an der Oberfläche richtig geht, eilt täglich 2,4 Sekunden vor, wenn ſie ſich 500 m, bezw. 2,3 Sekunden, wenn ſie ſich 1000 m unter Tage („ſeigere Teufe" des Bergmannes) befindet. Die Differenz von 0,1 Sekunde kann am Ende auch noch als eine aus den zahlreichen Reductionen und Mittelwerths-Beſtimmungen hervorgegangene angeſehen werden. Major v. Sterneck hat durch ſeine Pendelbeobachtungen beſtätigt gefunden, daß im Inneren der Erde durchaus nicht mehr das Geſetz herrſcht, wie über der Erde. Hier wirkt nur die Gravitation, die Anziehung der Erdmaſſe von unten her; dort wirkt die Anziehung der über dem Beobachtungsorte befindlichen Erdmaſſe entgegengeſetzt anziehend.

Der tiefſte Beobachtungspunkt des Major v. Sterneck (1000 m unter Tage) lag freilich nur um etwa den 6400. Theil des Erdhalbmeſſers unter der Oberfläche, bedeutet alſo ungefähr ſo viel wie ein millimetertiefer Nadelſtich in einen Ball von 12 m Durchmeſſer; es iſt daher etwas kühn, von dem, was auf dem Grunde dieſes Nadelſtichs beobachtet worden iſt, auf das Gravitationsgeſetz zu ſchließen, das im Inneren des Erdballes regiert. Wenn aber doch — vorläufig in Ermangelung tieferen Eindringens — aus jener Beobachtung gefolgert werden ſoll und darf, ſo gelangen wir zu der Annahme:

> daß im Innern der Erde für jeden Punkt die Reſultirende aus der Centripetal-, der Centrifugalkraft und der Wirkung der oberhalb des Punktes befindlichen Maſſen gleich iſt.

Major v. Sterneck hat die Schwingungszeiten desſelben Pendels an drei Punkten beobachtet, die drei verſchiedenen Entfernungen vom Erdmittelpunkte entſprachen, aber Punkte desſelben Erdradius waren. Wie hätten ſich die Schwingungszeiten des Verſuchspendels herausgeſtellt, wenn der verminderte Abſtand vom Erdmittelpunkte nicht durch Eindringen in das Erdinnere, ſondern durch Verſetzen des Pendels in die entſprechende höhere geographiſche Breite erreicht worden wäre? Unſeres Erachtens wäre dieſe Unterſuchung eine intereſſante Folgerung, Ergänzung und Erläuterung der in Přibram gewonnenen Reſultate geweſen.

Die nachſtehenden Angaben machen keinen Anſpruch auf große Genauigkeit, ſie ſollen nur andeuten, wie man die bezeichnete ergänzende Unterſuchung führen kann.

Der Abſtand des Meeresſpiegels vom Erdmittelpunkt beträgt — auf Ganze abgerundet — am Aequator 6 377 398 m, am Pol 6 366 619 m; auf die 90 Breitengrade beträgt demnach die Abſtandsverringerung 6 377 398 — 6 366 619 = 21 318 m. Man kann daher für den Breitengrad φ den Abſtand des Meeresſpiegels vom Erdmittelpunkte ſetzen $= 6\,377\,398 - \frac{\varphi}{90} \times 21318$.

Da der Beobachtungsſchacht bei Přibram rund unter 50° nördlicher Breite liegt, hat der Seehorizont hier $6\,377\,398 - \frac{5}{9} \times 21\,318 = 6\,365\,554$ m Abſtand vom Erdcentrum.

Die drei Pendelſtationen hatten die Seehöhen + 509; —6,9; — 463,4. Die Mittelpunktsabſtände betrugen demnach:

für den höchſten Beobachtungsort O = 6365554 + 509 = 6366063 m
„ „ mittleren „ M = 6365554 — 7 = 6365547 m
„ „ tiefſten „ U = 6365554 — 463 = 6363091 m

Dieſelben Mittelpunktsabſtände hat der Meeresſpiegel unter den Breitengraden:

$$O_1 = \frac{6\,377\,398 - 6\,366\,063}{21\,318} \times 90 = 47^\circ\ 51'$$

$$M_1 = \frac{6\,377\,398 - 6\,365\,547}{21\,318} \times 90 = 50^\circ\ 4'$$

$$U_1 = \frac{6\,377\,398 - 6\,363\,091}{21\,318} \times 90 = 60^\circ\ 24'$$

wird der Preis des Heftes, je nach deſſen Umfang, nur 2 bis 2,5 Mk. betragen; einzelne Hefte werden theurer ſein.

Vorläufig ſind folgende Veröffentlichungen zunächſt in Ausſicht genommen:

Die Unternehmung des Detachements v. Boltenſtern im Loir-Thal am 26. und 27. Dezember 1870.

Der Ueberfall von Fontenoy ſur Moſelle am 22. Januar 1871.

Der Zug der 6. Kavallerie-Diviſion in der Sologne vom 6. bis 15. Dezember 1870.

Die Thätigkeit der Artillerie in der Schlacht von Loigny-Poupry.

Ueber den Einfluß, welchen die Feſtung Langres im Verlauf des Krieges von 1870/71 ausgeübt hat.

Die preußiſchen Truppen-Bewegungen im Jahre 1805.

Tagebuch des Majors v. Wienskowski vom 1. Bataillon Garde während der Kriegsvorbereitungen von 1805.

Nachrichten über Preußen in ſeiner großen Kataſtrophe (1806). Hinterlaſſene Handſchrift des Generals v. Clauſewitz.

Ueberſicht des Feldzuges in Bayern vom Jahre 1809.

Führten die preußiſchen Regimenter zur Zeit des ſiebenjährigen Krieges Stammnummern?

Biographie des Generals v. Fink.

Derartige Einzelſchriften, auf ſo vorzüglichem geſchichtlichen Quellen-Material beruhend, wie es das Archiv des großen Generalſtabes gewährt, verſprechen für den Geſchichtsforſcher überhaupt, wie für den Offizier insbeſondere mannigfaltige und ausgiebige Belehrung; ſie werden eine ſehr werthvolle Ergänzung der großen kriegsgeſchichtlichen Werke bilden, die, wie eingehend und gründlich immer, dennoch zum Beſten der Ueberſichtlichkeit des Geſammtbildes nur in großen Zugen malen dürfen.

II.

Zur Wahrſcheinlichkeitslehre in ihrem Verhältniſſe zur Balliſtik

von

K. Endres,

Premierlieutenant à la suite des k. b. 2. Feldartillerie-Regiments.

Die Geſetze, welche die Natur beherrſchen, erſchließen ſich nicht unmittelbar als ſolche unſerer Erkenntniß. Unſeren Sinnen ſtellen ſich nur einzelne Beobachtungen dar, aus deren unter gleichen Bedingungen wiederkehrender Regelmäßigkeit wir das ſie zuſammenfaſſende Geſetz erkennen und zwar nach dem principe de la raison suffisante, wie Laplace (théorie analytique des probabilités) und Leibnitz (principia philosophiae § 32) dieſe Grundform des menſchlichen Erkennens benennen.

Die Sinne nun geben uns auch die Erſcheinungen nicht als ein Abſolutes, ſondern nur als Spiegelbild ihrer eigenen (der Sinne) Beſchaffenheit, mithin variabel je nach dem eigenen Zuſtande. Was von den Sinnen hier als geltend aufgeſtellt wird, kann ohne weitere Deduktion auch auf jene Inſtrumente übertragen werden, welche den Zweck haben, die Funktionen der Sinne zu verſchärfen, einerſeits aber weder den natürlichen Zuſtand derſelben verändern, noch andererſeits jenen Grad der Vollkommenheit erreichen, welcher den abſolut gleichmäßigen Gang ihres Mechanismus gewährleiſten könnte.

Die Erſcheinungen werden ſomit nicht nur räumlich, d. h. in verſchiedenen Individuen, ſondern auch zeitlich, d. h. in den gleichen Individuen zu verſchiedenen Zeiten verſchieden erfaßt werden. Die Gründe hiervon ſind oben angeführt und nur eine Erweiterung des Gaußſchen Satzes: Telles sont les erreurs, qui naissent de l'imperfection de nos organes . . . (théorie de la combinaison des observations).

Die Abweichungen der verſchiedenen Beobachtungsreſultate von dem Normalreſultate, welches wir aus irgend welchem Grunde für das richtige halten, heißen Beobachtungsfehler. Einen Theil dieſer Fehler können wir vorausſehen und unmittelbar in Rechnung ſetzen. Es ſind das diejenigen, welche aus einer uns dem Grade der Intenſität ihrer Wirkung nach bekannten Urſache in conſtanter Weiſe reſultiren. Ihre Elimination unterliegt ſchon dem Begriffe nach nicht dem Wahrſcheinlichkeitscalcul, deſſen Vorausſetzung ja die Unkenntniß eines zwingenden Geſetzes in der Geſtaltung des Reſultates iſt, und welcher eben deshalb ſeine eigenen Geſetze ſubſidiär zur Geltung bringt.

Wir werden uns im Folgenden deshalb nur mit jenen Fehlern beſchäftigen, deren Quellen uns zwar im Allgemeinen bekannt ſind, welche aber mit ganz gleicher Wahrſcheinlichkeit poſitiv oder negativ dem Normalreſultat gegenüber erſcheinen können und deshalb als zufällige bezeichnet werden können.

Die Wahrſcheinlichkeit, bei einer Beobachtung einen Fehler von der Größe Δ zu machen, erſcheint als Funktion der Größe Δ; denn es iſt augenſcheinlich, daß bei anzunehmender großer Sorgfalt kleinere Fehler häufiger erſcheinen werden als größere. Die allgemeinſte Form dieſer Funktion iſt

$$W = \varphi(\Delta)$$

Einige Eigenſchaften dieſer unbekannten Funktion können ſofort angegeben werden:

1) Die Wahrſcheinlichkeit, einen Fehler von einer beſtimmten Größe zu machen, iſt offenbar unendlich klein, da unendlich viele mögliche Fälle vorliegen. Unſere Funktion nimmt mithin die Form an:

$$W = \varphi(\Delta)\, d\,\Delta$$

2) Die Funktion iſt eine discontinuirliche, ſie wird 0 für alle Werthe von Δ, welche nicht innerhalb der Grenzen der größtmöglichen Fehler liegen.

3) Für jeden Werth innerhalb dieſer Grenzen wird die Funktion poſitiv.

4) Gleiche Fehler mit verſchiedenen Zeichen haben gleiche Wahrſcheinlichkeit, mithin $\varphi(\Delta) = \varphi(-\Delta)$

5) Die Funktion wird ein Maximum für $\Delta = 0$.

Dieſe Fälle ſind unmittelbare Konſequenzen, theils des Begriffes Wahrſcheinlichkeit (. . . qui n'est ainsi, qu' une fraction,

dont le numérateur est le nombre des cas favorables, et dont le dénominateur est le nombre de tous les cas possibles (Laplace), theils des Begriffes zufälliger Fehler, wie er oben aufgeſtellt wurde.

Die nähere Beſtimmung der Funktion geſchieht nun auf ſolche Weiſe, daß das Prinzip des arithmetiſchen Mittels als Axiom aufgeſtellt und daraus weitere Conſequenzen gezogen werden. Dieſe Entwickelung ſelbſt fällt nicht in den Bereich unſerer Aufgabe. Als Schlußreſultat derſelben erſcheint die Wahrſcheinlichkeitsfunktion in der Form:

$$W = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

Ueber die Entwickelung ſelbſt ſind zu vergleichen:

Laplace, théorie analytique etc., chap. IV. de la probabilité etc. Originalabhandlung, geſtützt auf das Geſetz der großen Zahlen.

Gauß, méthode des moindres carrés (traduit par Bertrand) pag. 4 u. f., Originalabhandlung, geſtützt auf das Prinzip des arithmetiſchen Mittels: Theoria combinationis observationum etc. und Supplementum Theoriae combinationis etc.

Gehlers' phyſikaliſches Wörterbuch, 10. Band, pag. 1181 bis 1255.

Encke, aſtronomiſches Jahrbuch, Jahrgang 1834.

Faa de Bruno, traité élementaire du calcul des erreurs. VIII.

Schirmann, Verſuch zu einem Syſtem der Artillerie-Wiſſenſchaft, Band I, pag. 170 u. f.

Schon a priori hätten wir auf die Anweſenheit einer Konſtanten in der Wahrſcheinlichkeitsfunktion ſchließen können, denn es iſt einleuchtend, daß die Wahrſcheinlichkeit, einen Fehler Δ zu begehen, noch abhängig ſein muß von der Art der Beobachtung, ihrem Gegenſtande und der ſie ausführenden Perſon, mithin in Beobachtungsreihen, welche nach dieſen Geſichtspunkten unter ſich verſchieden ſind, eine verſchiedene; innerhalb einer Beobachtungsreihe aber, in welcher dieſe Faktoren konſtant bleiben, ihrerſeits konſtant ſein muß. Die Konſtante h in unſerer Funktion iſt mithin ihrerſeits eine Funktion jener Umſtände, welche die Präziſion einer Beobachtungsreihe bedingen, ſie muß deshalb, wie hier der analytiſchen Erörterung vorgreifend ſchon aus allgemeinem Rai-

ſonnement behauptet werden kann, ein genaues Bild der Präziſion ſelbſt gewähren.

Gauß nennt in ſeiner theoria motus corporum coelestium das h das Maß der Präziſion und erörtert dieſen Ausdruck analytiſch in folgender Weiſe:

In einer Beobachtungsreihe ſei die Wahrſcheinlichkeit eines Fehlers Δ:

$$W = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta;$$

in einer zweiten Beobachtungsreihe ſei die Wahrſcheinlichkeit des gleichen Fehlers:

$$W = \frac{h'}{\sqrt{\pi}} e^{-h'h'\Delta\Delta} d\Delta.$$

Die beiden Wahrſcheinlichkeiten ſind offenbar gleich, wenn $h\Delta = h'\Delta$.

Iſt aber $h' > h$, ſo muß offenbar auch der Fehler der gleichen Wahrſcheinlichkeit in der zweiten Beobachtungsreihe kleiner werden, als der Fehler der gleichen Wahrſcheinlichkeit in der erſten Beobachtungsreihe. In der zweiten Reihe iſt ſomit ein kleinerer Fehler ebenſo wahrſcheinlich wie in der erſten ein größerer. Die Beobachtungen, welche der zweiten Reihe zu Grunde liegen, ſind mithin präziſer wie die der erſten Reihe, und zwar haben wir dieſe Konſequenz aus der Größe von h gezogen.

Die Bedeutung, welche der Konſtanten h zukommt, iſt ſomit fixirt.

Die Wahrſcheinlichkeit, daß ein Fehler zwiſchen beſtimmten Grenzen liege, iſt offenbar gleich der Summe der Wahrſcheinlichkeiten aller zwiſchen dieſen Grenzen liegenden einzelnen Fehler. Seien dieſe Grenzen nun $+a$ und $-a$, und bezeichnen wir die Summation durch das Integralzeichen, ſo erhalten wir als Wahrſcheinlichkeit, daß ein Fehler zwiſchen den Grenzen $+a$ nnd $-a$ liege.

$$W = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-a}^{+a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

oder, wenn wir ſtatt der unteren Grenze 0 einſetzen,

$$W = \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta.$$

Wird noch $h\Delta = t$ geſetzt, ſo nimmt dieſes Integral die Form an:

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{ah} e^{-t^2} dt.$$

Der Werth dieſes Ausdruckes für ſucceſſive Werthe von ah iſt in Tafeln berechnet und giebt eine Vorſtellung von der Vertheilung der Fehler ohne Rückſicht auf das Zeichen. Dieſe Tafel zeigt zugleich, wie ſchnell bei größeren Werthen von t die Anzahl der Fehler innerhalb gleicher Intervalle dieſer Werthe abnimmt. So werden bei 1000 Beobachtungen zwiſchen:

$t = 0$	und	$t = 0{,}5$	liegen	520 Fehler,
$t = 0{,}5$	„	$t = 1{,}0$	„	323 „
$t = 1{,}0$	„	$t = 1{,}5$	„	123 „
$t = 1{,}5$	„	$t = 2{,}0$	„	29 „

Ueber dieſe Grenze hinaus treffen wir überhaupt nur noch 5 Fehler an.

Unter den verſchiedenen Werthen von t iſt es beſonders einer, der zu einer beſtimmten Anſicht über das Verhältniß der Genauigkeit verſchiedener Gattungen von Beobachtungen führen kann. Dieſes iſt der Werth von t, für welchen das Integral gleich $1/2$ wird, oder welcher eine hinlänglich große Anzahl von Fehlern, wenn man ſie ſich ohne Rückſicht auf das Zeichen nur der Größe nach geordnet denkt, in zwei Theile theilt, von denen jeder eine gleiche Anzahl von Fehlern enthält. Aus der Tafel findet man durch Interpolation, daß der Werth 0,5 des Integrals dem Werthe $t = 0{,}476936$ entſpricht. Dieſe Zahl wird wegen ihres häufigen Gebrauches mit dem Zeichen ϱ bezeichnet. Durch Einführung von ϱ als obere Grenze wird

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\varrho} e^{-t^2} dt = 1/2.$$

Bezeichnen wir nun den Fehler, der zu dem Werthe $t = \varrho$ in jeder Gattung von Beobachtung gehört mit r, ſo wird

$$\varrho = hr \quad \text{oder} \quad h = \frac{\varrho}{r}.$$

Die Größe r wird als wahrſcheinlicher Fehler einer Gattung von Beobachtungen bezeichnet. Es iſt der Fehler, unter welchem ſich eben ſo viele kleinere Fehler der Zahl nach befinden als größere über ihm; man kann deshalb bei einer iſolirten Beobachtung 1 gegen 1 wetten, daß der Fehler derſelben nicht größer als r ſei.

Um nun zu dem Begriffe des mittleren Fehlers zu kommen, iſt es nothwendig, ſich etwas weiter in die Theorie der kleinſten Quadrate zu vertiefen.

Geſetzt, man habe für den Werth einer unbekannten Größe x bei m maliger Beobachtung die Werthe: n, n', n'', n''' . . . . . gefunden, ſo werden die bei dieſen Beobachtungen gemachten Fehler gleich ſein

$$\begin{aligned} \delta &= x - n \\ \delta_{,} &= x - n' \\ \delta_{,,} &= x - n'' \\ \delta_{,,,} &= x - n''' \ldots \end{aligned}$$

Die Wahrſcheinlichkeit, daß alle dieſe Fehler in einer Beobachtungsreihe zuſammentreffen, wird ſich als Produkt aus den Wahrſcheinlichkeiten des Eintreffens der einzelnen Fehler darſtellen, mithin folgende analytiſche Form erhalten:

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2\,m}}\, e^{-hh\,[(x-n)^2 + (x-n')^2 + (x-n'')^2]}.$$

Dieſe Wahrſcheinlichkeit wird am größten, wenn die Summe der Quadrate der Fehler am kleinmöglichſten iſt, mithin iſt nach einem bekannten Satze aus der Wahrſcheinlichkeitsrechnung auch jene Hypotheſe über x die wahrſcheinlichſte, welche die Summe der Quadrate der übrig bleibenden Fehler zu einem Minimum macht.

Quadriren wir nun in obiger Gleichung, ſo gelangen wir durch eine einfache Transformation auf die Form

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2\,m}}\, e^{-.hh\left[\Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n)^2}{m} + m\left(x - \frac{\Sigma(n)^2}{m}\right)\right]}.$$

Der in der Klammer ſtehende Ausdruck iſt das Quadrat der Fehler und wird ein Minimum, wenn $x = \frac{\Sigma n}{m}$; das Minimum der dann noch übrig bleibenden Fehler-Quadrate iſt ſomit

$$= \Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n)^2}{m}.$$

Wir wären offenbar zu dem wahrſcheinlichſten Werthe von x auch gekommen, wenn wir m unter ſich gleiche Fehler von der Größe:

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{\Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n^2)}{m}}{m}\right)}$$

gemacht hätten, und wir können deshalb die obige Reihe von m ungleichen Fehlern durch eine Reihe von m gleichen Fehlern von dem Werthe ε erſetzen.

Dieſen Fehler ε heißt man den mittleren Fehler, und wir können ihn nach Obigem als jenen Fehler definiren, der, wenn er allein bei allen Beobachtungen angenommen würde, dieſelbe Summe der Quadrate der Fehler, wie die wirklich ſtattfindenden, geben würde.

Die Wahrſcheinlichkeit nun, daß m gleiche Fehler ε in einer Beobachtungsreihe vorkommen, iſt

$$W = \frac{h^m}{\pi^{1/2 m}} e^{-hh\varepsilon\varepsilon m}.$$

Nehmen wir nun an, dieſe Fehler hätten wirklich ſtattgefunden, ſo wird das Maximum der Funktion allein von h abhängen.

Logarithmiren wir nun dieſe Funktion, ſo erhalten wir

$$\log.W = m \log.h - 1/2 m \log.\pi - hhm\varepsilon\varepsilon$$

und nach den Regeln des Maximums:

$$o = \frac{m}{h} - 2mh\varepsilon\varepsilon,$$

$$h = \frac{1}{\varepsilon\sqrt{2}}.$$

Dadurch ſind wir zu numeriſcher Beſtimmung von h gekommen, deſſen begriffliche Bedeutung wir ſchon fixirt haben.

Subſtituiren wir den ſo gefundenen Werth von h in die Gleichung

$$r = \frac{\varrho}{h},$$

ſo erhalten wir als Relation zwiſchen r und ε die Gleichung

$$r = \varrho\sqrt{2}.\varepsilon = 0{,}674489\,\varepsilon.$$

Der beſchwerlichſte Theil dieſer Rechnung iſt die Beſtimmung der Quadratſummen, und in der That begnügt ſich die Praxis zur Beſtimmung von h und r oft damit, anſtatt der Summe der Fehlerquadrate die Summe der Fehler ſelbſt in die Rechnung einzuführen. Um den Grad der Präziſion dieſes Verfahrens kennen zu lernen, iſt es in der Theorie gebräuchlich, nicht dieſen Fall geſondert zu betrachten, ſondern ganz im Allgemeinen zu unterſuchen, wie ſich die Präziſionsmaße zu einander verhalten, wenn ſtatt der

Summe der 2. Potenzen der Fehler irgend eine andere Potenzſumme eingeführt wird.

Die Durchführung dieſer analytiſchen Unterſuchung iſt in Enke's aſtronomiſchem Jahrbuche 1834 auf S. 288 u. ff. enthalten und werden deshalb an dieſer Stelle nur die Reſultate angegeben:

$$r = \varrho\sqrt{\pi} \cdot \varepsilon_1 \left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}} \sqrt{(\pi - 2)}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt{2} \,.\, \varepsilon_2 \left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[6]{\pi} \,.\, \varepsilon_3 \left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}} \sqrt{\frac{15\pi - 8}{36}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[4]{\tfrac{4}{3}} \,.\, \varepsilon_4 \left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}} \sqrt{\frac{4}{3}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[10]{{}^1/_4\pi} \,.\, \varepsilon_5 \left[1 \pm \sqrt{\frac{945\pi - 128}{1600}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[6]{\tfrac{8}{15}} \,.\, \varepsilon_6 \left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}} \sqrt{\frac{113}{45}}\right]$$

oder numeriſch

$$r = 0{,}845347 \,.\, \varepsilon_1 \left(1 \pm \frac{0{,}509584}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}674489 \,.\, \varepsilon_2 \left(1 \pm \frac{0{,}476936}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}577190 \,.\, \varepsilon_3 \left(1 \pm \frac{0{,}497199}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}512502 \,.\, \varepsilon_4 \left(1 \pm \frac{0{,}550719}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}465553 \,.\, \varepsilon_5 \left(1 \pm \frac{0{,}635508}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}429497 \,.\, \varepsilon_6 \left(1 \pm \frac{0{,}775776}{\sqrt{m}}\right)$$

worin ε_n die nte Wurzel aus dem arithmetiſchen Mittel der nten Potenzen ohne Rückſicht auf das Zeichen iſt.

Hieraus reſultirt, daß, wenn man bei Anwendung von ε_2

100 Beobachtungen nothwendig hat, um gewiſſe Grenzen der Präziſion zu erreichen, man für dieſelben Grenzen bei

$\varepsilon_1 = 114$
$\varepsilon_3 = 109$
$\varepsilon_4 = 133$
$\varepsilon_5 = 178$
$\varepsilon_6 = 251$

Beobachtungen braucht.

Man kann außer dem r aus der einfachen Betrachtung herleiten, daß der wahrſcheinliche Fehler derjenige iſt, welcher eben ſo viele größere als kleinere Fehler neben ſich hat. Ordnet man nun die Fehler ohne Rückſicht auf das Zeichen nach ihrer abſoluten Größe, ſo wird bei m Beobachtungen der, welcher zu dem Index $\frac{1}{2}(m+1)$ bei m ungerade, hingegen das arithmetiſche Mittel zwiſchen den Fehlern mit dem Index $\frac{1}{2}m$ und $\frac{1}{2}m+1$ bei m gerade, einen angenäherten Werth für r geben.

Die Genauigkeit dieſer Beſtimmung von r iſt ſchlechter als diejenige der Beſtimmung von r aus der Summe der 6. Potenzen der Fehler. Gauß führt dieſen Satz ohne Beweis an; Dirichlet aber hat ihn in äußerſt eleganter Form gegeben, und iſt derſelbe in Enke's aſtronomiſchem Jahrbuche 1834, pag. 294 u. ff. reproduzirt.

Die wahrſcheinlichen Grenzen von r werden hier, wo der mittelſte Fehler ſtatt des wahrſcheinlichen genommen wird,

$$r \pm \varrho \frac{e hhrr \sqrt{\pi}}{4\sqrt{n}\,.\,h}$$

oder

$$r\left(1 \pm \frac{0{,}786716}{\sqrt{m}}\right);$$

ein Vergleich mit den oben angeführten Grenzen wird die Richtigkeit des Gauß'ſchen Satzes klar ſtellen.

Ich habe errechnet, daß bei dieſer Methode der Beſtimmung von r 272,9 Beobachtungen nothwendig ſind, um gleiche Präziſion zu erhalten, wie ſie durch Zuſammenfaſſung von 100 Beobachtungen nach der Methode der Quadratſummen der Fehler erzeugt wird. Daraus kann dem Folgenden vorgreifend gefolgert werden, daß dieſe Methode für die Zuſammenfaſſung artilleriſtiſcher Verſuchs-Reſultate, welche ſtets in beſchränktem Maße vorhanden ſind, ni

ſehr geeignet iſt, obwohl ſie in allen Ländern zur Darſtellung der Schußtafeln verwendet wird.

Die Genauigkeit des arithmetiſchen Mittels gegenüber der Präziſion der einzelnen zum Mittel vereinigten Beobachtungen iſt $h\sqrt{m}$, wenn wir mit h die Wahrſcheinlichkeits-Konſtanten der Beobachtungsreihe, mit m die Anzahl der Beobachtungen bezeichnen. Iſt nämlich n die einzelne Beobachtung, ſo iſt die Wahrſcheinlichkeit der Hypotheſe, daß $x = \frac{\Sigma n}{m}$ ſei:

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2 m}} e^{-hh\left(\Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n)^2}{m}\right)}$$

Die Wahrſcheinlichkeit aber, daß x irgend einen anderen Werth, z. B. $\frac{\Sigma n}{m} + \Delta$ habe, iſt:

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2 m}} e^{-hh\left[\Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n)^2}{m} + m\Delta\Delta\right]};$$

die beiden Wahrſcheinlichkeiten verhalten ſich mithin wie

$$1 : e^{-hhm\Delta\Delta}.$$

Mithin iſt das Maß der Präziſion für das aus m Beobachtungen abgeleitete arithmetiſche Mittel nach dem von Enke auf S. 273 (1834) angegebenen Satze

$$= \sqrt{m}.$$

Mittelſt der nun angegebenen theoretiſchen Sätze iſt es leicht, ein Syſtem von überſchüſſigen, auf Beobachtung beruhenden Gleichungen aufzulöſen.

Seien nun

$$\begin{array}{l} ax + by + cz + d = 0 \\ a'x + b'y + c'z + d' = 0 \\ a''x + b''y + c''z + d'' = 0 \\ a'''x + b'''y + c'''z + d''' = 0 \end{array}$$

unſere Bedingungsgleichungen. Setzen wir nun in dieſe die Werthe der Unbekannten, ſo wie ſie aus der Beobachtung reſultiren, ein. Die Folge davon wird ſein, daß unſere Gleichungen nicht 0, ſondern der Reihe nach

$$\varepsilon, \varepsilon', \varepsilon'', \varepsilon'''$$

werden. Dieſe ε ſind die Fehler, welche wir durch Einſetzung der

Digitized by Google

von uns beobachteten Werthe ſtatt der wahren uns unbekannten gemacht haben.

Nun iſt aber jene Hypotheſe über die Unbekannten die wahrſcheinlichſte, welche die übrig bleibenden Fehlerquadrate zu einem Minimum macht. Anſtatt aber die 2. Hälfte der Gleichung zu einem Minimum zu machen, können wir dieſes Verfahren auch bei der erſten anwenden. Unſere nach den Regeln des Minimums behandelten Gleichungen werden die Form annehmen:

$$\left.\begin{aligned}(ax + by + cz + d)\,a &+\\ (a'x + b'y + c'z + d')\,a' &+\\ (a''x + b''y + c''z + d'')\,a'' &+ \ldots\end{aligned}\right\} = 0$$

$$\left.\begin{aligned}(ax + by + cz + d)\,b &+\\ (a'x + b'y + c'z + d')\,b' &+\\ (a''x + b''y + c''z + d'')\,b'' &+ \ldots\end{aligned}\right\} = 0$$

$$\left.\begin{aligned}(ax + by + cz + d)\,c &+\\ (a'x + b'y + c'z + d')\,c' &+\\ (a''x + b''y + c''z + d'')\,c'' &+ \ldots\end{aligned}\right\} = 0$$

oder

$$\begin{aligned}\Sigma a^2 x + \Sigma aby + \Sigma acz + \Sigma ad &= 0\\ \Sigma abx + \Sigma b^2 y + \Sigma bcz + \Sigma bd &= 0\\ \Sigma acx + \Sigma bcy + \Sigma c^2 z + \Sigma cd &= 0\end{aligned}$$

Dieſe nun ſind die von uns geſuchten Normalgleichungen. Wenn wir ſie nach den 3 Unbekannten löſen, werden wir die geſuchten Werthe von x, y, z erhalten. Man ſieht hieraus im Allgemeinen, daß dieſes Verfahren, auf beliebig viele Gleichungen angewendet, immer ſo viel Normalgleichungen liefern wird, als es Unbekannte ſind.

Bei praktiſcher Ausführung dieſer Rechnung gewährt uns die Symmetrie der Koeffizienten der Unbekannten eine bedeutende Erleichterung.

Dieſe Symmetrie findet ſich in der Diagonale ausgeſprochen und erſcheint deutlich in der Form:

$$\begin{matrix}\Sigma a^2, & \Sigma ab, & \Sigma ac\\ \Sigma ab, & \Sigma b^2, & \Sigma bc\\ \Sigma ac, & \Sigma bc, & \Sigma c^2\end{matrix}$$

Beachten wir nun, daß

$$\Sigma ab = \tfrac{1}{2}\left[\Sigma (a+b)^2 - \Sigma a^2 - \Sigma b^2\right]$$

und

$$\Sigma ac = \tfrac{1}{2}\left[\Sigma (a+c)^2 - \Sigma a^2 - \Sigma c^2\right] \ldots,$$

ſo erkennen wir, daß wir mit Hilfe der numeriſchen Beſtimmung der Quadratſummen auch die Produktenſummen

$$\Sigma(ab)\ ,\ \Sigma(ac)\ ,\ \Sigma(bc)\ \ldots\ldots$$

finden können.

II.

Eine ihrer praktiſchen Verwendungen findet die eben beſprochene allgemeine Theorie in der Artilleriewiſſenſchaft, und zwar an allen jenen Punkten, wo es ſich um die Frage der Wahrſcheinlichkeit des Treffens handelt.

Die Flugbahn des Geſchoſſes ſteht unter dem Einfluſſe gewiſſer zufälliger Ereigniſſe, welche ſie als wechſelnd erſcheinen laſſen, ſelbſt wenn die ſie erzeugenden konſtanten Faktoren von Schuß zu Schuß mit der größten Sorgfalt gleich geſtellt werden. Dieſe zufälligen, die abſolute Regelmäßigkeit der unter anſcheinend gleichen Bedingungen erzeugten Flugbahn ſtörenden Ereigniſſe haben wie die zufälligen Beobachtungsfehler ihren Grund in der Unvollkommenheit unſerer Sinne und des benutzten Inſtruments, nämlich des Geſchützes. Die Abweichungen, welche dieſe Ereigniſſe erzeugen, indem ſie die einzelne Flugbahn von der idealen differiren machen, müſſen mithin den gleichen Geſetzen unterliegen, wie die Beobachtungsfehler, und ſind deshalb wie letztere für den Wahrſcheinlichkeitskalkül faßbar.

Die unmittelbare Folge dieſes Parallelismus zwiſchen den Fehlern einer Beobachtungsreihe und den Abweichungen innerhalb einer Schußſerie iſt, daß ſich die einzelnen Schüſſe in gleicher Weiſe um den Treffpunkt der idealen Flugbahn gruppiren, wie die Reſultate der einzelnen Beobachtungen um den geſuchten wahren Werth. Das Geſetz der Schußgruppirung iſt mithin ausgedrückt durch das Integral

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-a}^{+a} e^{-hh\Delta\Delta}\, d\Delta\,.$$

Die Konſtante h in dieſem Ausdrucke iſt artilleriſtiſch von größter Bedeutung. Sie wird als Maß der Präziſion alle jene Einflüſſe bezeichnen, von denen wir a priori wiſſen, daß ſie die Präziſionsleiſtung eines Geſchützes beeinfluſſen.

Mithin haben wir in dieſem h ein Bild der Geſchützkonſtruktion,

der Sorgfalt in der Anfertigung der Munition und der Ausbildung der Geſchützbedienung.

Bei dem Vergleiche fremder Artillerien und bei der Würdigung der Schußleiſtungen einzelner eigener Batterien wird das h ein vorzüglicher Vergleichsmaßſtab ſein.

Die Gleichung

$$r = \frac{\varrho}{h}$$

ſagt uns nämlich, daß der wahrſcheinliche Fehler, mithin auch jener Raum, welchen 50 % aller in einer Schußſerie abgegebenen Schüſſe treffen, um ſo kleiner, folglich ſeine Belegung mit Treffern um ſo dichter ſein wird, je größer die Konſtante h iſt. Es iſt nun aber die Aufgabe der Artillerie, einen Raum, deſſen Ausdehnungen durch die Dimenſionen des Zieles gegeben ſind, unter geringſtem Munitionsaufwand mit möglichſt vielen Treffern zu belegen. Die Konſtante h hat mithin hier eine noch erhöhte Bedeutung gegenüber den wiſſenſchaftlichen Beobachtungsreihen, wenn wir die praktiſchen Verhältniſſe in unſere Betrachtung ziehen. Die wiſſenſchaftliche Beobachtung iſt nämlich faſt immer in der Lage, die geringe Präziſion einer Beobachtungsreihe durch Vermehrung der Beobachtungen zu ergänzen, und der einzige Schaden, der ſich hieraus ergiebt, iſt ein erhöhter Zeitverbrauch. Dem Artilleriſten hingegen, deſſen Ausbildung und deſſen Geſchützſyſtem das h verkleinern, iſt durch die einmal und konſtant vorhandene Munitionsrate die Möglichkeit genommen, durch beliebig viele Schüſſe Das im Ganzen zu verbeſſern, was dem einzelnen Schuſſe an Präziſion abgeht. Ich habe bei dieſer Betrachtung noch ganz außer Rechnung gelaſſen, daß die ſchnell wechſelnden Momente des Kampfes auch die Zeit nicht gewähren, welche zu einem ſolchen Verfahren nothwendig iſt. Schnelle Wirkung mit geringem Munitionsaufwand entſpricht ſomit praktiſch der großen Konſtante h, während verlangſamte Wirkung mit bedeutender Munitionsverſchleuderung das kleine h charakteriſiren.

Hat die ſeitherige Deduktion mehr den Charakter allgemeiner artilleriſtiſcher Betrachtung getragen, ſo werden die nun folgenden Erörterungen ſpeziell in das Gebiet der Artillerie-Schießkunſt einſchlagen und die ausſchlaggebende Bedeutung der Wahrſcheinlichkeits-Theorie in dieſem Zweige des artilleriſtiſchen Könnens beweiſen.

Zwei Probleme ſind es hier, welche den ganzen Inhalt des artilleriſtiſchen Schießthätigkeit bilden. Einmal die Frage, wie aus

der Entfernung die Wahrſcheinlichkeit der Wirkung beobachtet werden könne, und ferner die Unterſuchung, welcher Munitionsaufwand bei gegebener und bekannter Größe eines Zieles entſprechende Wirkung verheiße. Erſtere Frage liefert in ihrer Beantwortung die Korrekturregeln im Feld- und Feſtungskriege, während letztere Unterſuchung die Theorie des Breſche-Schießens im Feſtungskriege bildet. Beide Probleme finden ihre Löſung durch Anwendung der Wahrſcheinlichkeitstheorie.

Letztere läßt uns nämlich erkennen, daß bei Abweſenheit konſtanter Störungen jeder vorkommende Fehler die gleiche Wahrſcheinlichkeit habe, mit dem Pluszeichen zu erſcheinen als mit dem Minuszeichen.

In die artilleriſtiſche Sprache überſetzt lautet dieſer Satz: „Iſt es uns gelungen, die konſtanten Fehler in Elevation und Ladung zu beſeitigen, ſo hat jeder Schuß gleiche Chance, vor wie hinter dem Ziele aufzuſchlagen“.

Beobachten wir nun dieſe Thatſache, ſo können wir überzeugt ſein, daß das Ziel in der Mitte der Schußgruppe ſich befindet, mithin an jener Stelle, wo die Häufung der Einſchläge die dichteſte iſt. Dieſer Fall aber iſt der von uns gewünſchte und erreichbar günſtigſte. Dieſer Satz iſt das Prinzip des bekannten Korrekturverfahrens und deckt deſſen ganzen Inhalt.

Die zweite oben angegebene Frage löſt ſich unmittelbar durch analytiſche Verwendung des uns zu Gebote ſtehenden theoretiſchen Materials. Es ſei z. B. ein Ziel von der Breitenausdehnung ab, der Höhenausdehnung ac zu beſchießen, wobei die oben angeführte Frage zu berückſichtigen wäre. Die Wahrſcheinlichkeit, dieſes Ziel nach ſeiner Breitenrichtung zu treffen, iſt nach unſerer Theorie:

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_a^b e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta;$$

die Wahrſcheinlichkeit, es nach der Höhenrichtung zu erreichen

$$= \frac{h_1}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_a^c e^{-h_1 h_1 \Delta\Delta} d\Delta;$$

die Wahrſcheinlichkeit, es nach beiden Ausdehnungen zugleich zu treffen, iſt aber das Produkt der beiden dieſe kombinirte Wahrſcheinlichkeit erzeugenden Wahrſcheinlichkeiten, mithin:

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_a^b e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta \cdot \frac{h_1}{\sqrt{\pi}} \int_a^c e^{-h_1 h_1 \Delta\Delta} d\Delta.$$

Digitized by Google

Die numeriſche Beſtimmung dieſer Integrale wird uns dieſe kombinirte Wahrſcheinlichkeit ergeben und zwar als Bruchzahl, welche das Verhältniß der wahrſcheinlichen zu allen möglichen Fällen ausdrückt. Wir haben mithin die Möglichkeit, zu beſtimmen, welcher Bruchtheil einer gegebenen Anzahl von Schüſſen das Ziel erreichen wird. Kennen wir nun die Wirkung des einzelnen Treffers, ſo wird die beabſichtigte Geſammtwirkung als einfache Funktion des Munitionsaufwandes erſcheinen, und ſo aufzuwendende Mittel und erwünſchtes Reſultat dem Werthe nach mit einander zu vergleichen ſein. Dieſer Vergleich iſt in ſeiner praktiſchen Bedeutung durch die Ausrüſtung unſerer Belagerungsparks mit Hartgußgranaten in beſtimmter Zahl zum Ausdrucke gekommen. Die Ziele der letzteren ſind Panzerthürme, deren Ausmaße und Widerſtandsfähigkeit im Großen bekannt ſind. Die Zahl der zu ihrer Zerſtörung nothwendigen Hartgußgranaten läßt ſich ſomit theoretiſch ermitteln, und bietet dieſe theoretiſche Ermittelung einen werthvollen Anhaltspunkt für die praktiſche Beſtimmung.

So werthvoll uns nun die allgemeine Theorie in der Praxis der Artillerie-Schießkunſt erſcheinen mag, ſo wenig verwendbar wäre dieſe Theorie, wenn ihre Sätze uns nur in der ſeither beſprochenen allgemeinen Form zu Gebote ſtänden.

Es iſt nun Aufgabe der Schußtafeln, die Reſultate der Theorie in handlicher Form, wie ſie dem unmittelbaren Gebrauche der Truppe entſpricht, zu geben.

Zunächſt handelt es ſich um die Beſtimmung von h in jedem einzelnen Falle. Die Gleichung

$$r = \frac{\varrho}{h},$$

in welcher ϱ konſtant iſt, liefert uns ſofort das gewünſchte Reſultat, wenn r bekannt iſt. Dieſes, der wahrſcheinliche Fehler, kann aber unmittelbar den Verſuchsreſultaten entnommen werden. Die Entnahme von r durch einfaches Abzählen der Fehler, wie es bei Konſtruktion der Schußtafeln geſchieht, iſt ſchon oben beſprochen und nach ſeiner Präziſion geprüft worden.

Weshalb dieſes Verfahren eingehalten wird, iſt durchaus nicht erſichtlich. Denn auch angenommen, der Einwand ſei richtig, daß eine größere Präziſion der Beſtimmung für artilleriſtiſche Zwecke unnöthig ſei, ſo muß doch entgegengehalten werden, daß dieſe Präziſion durch exaktere Ausnützung der Schießreſultate ſchon in kürzeren

Verſuchsreihen, mithin mit weniger Koſten- und Zeit-Aufwand zu erreichen iſt. Weshalb muß eine Verſuchsſerie von 273 Schuß gemacht werden, wenn man durch rationelle Verwerthung von 100 Schuß ſchon das gleiche Reſultat zu erzielen im Stande iſt?

Die ſo gefundenen wahrſcheinlichen Fehler ſind in der Treff-fähigkeits-Tabelle der Schußtafel für alle Entfernungen und Ladungen zuſammengeſtellt, und zwar als jener Raum nach einer Dimenſion, in welchen 50 pCt. aller abgegebenen Schüſſe fallen, mithin in der Form von 2 r.

Ferner finden ſich in der Schußtafel Wahrſcheinlichkeitsfaktoren, welche angeben, welche Prozentzahl der abgegebenen Schüſſe in einen gewiſſen, durch Vielfache von 2 r angegebenen Raum fallen. Dieſe Faktoren ſind auf folgende Weiſe gefunden:

Das Integral

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-a}^{+a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

oder

$$= \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

giebt uns die Wahrſcheinlichkeit, daß ein Fehler zwiſchen den Grenzen $\pm a$ liege. Mithin iſt die Wahrſcheinlichkeit, daß der Fehler zwiſchen + und — einen Vielfachen von $^1/_2$ r liege

$$= \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{nr} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta.$$

Setzen wir nun $h\Delta = t$, ſo erhalten wir:

$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{nrh} e^{-t^2} dt,$$

oder weil

$$h = \frac{\varrho}{r} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int^{n\varrho} e^{-t^2} dt.$$

Dieſes Integral iſt numeriſch beſtimmt, und die bezügliche Tafel in Faa de Bruno, Enke und anderen enthalten.

Wollten wir z. B. die Wahrſcheinlichkeit beſtimmen, einen Raum zu treffen, der zweimal ſo groß wäre, wie der Raum für 50 pCt., ſo wäre die Grenze für unſern Integralwerth

$$= 2\varrho = 0{,}954.$$

Für dieſe Grenze finden wir in den Tafeln von Faa de Bruno den Integralwerth 0,821; die Wahrſcheinlichkeit iſt mithin

$$W = \frac{821}{1000},$$

oder von 100 Schüſſen treffen 82 den Raum, welcher doppelt ſo groß iſt, wie der Raum für 50 pCt. Das Reſultat ſtimmt mit den Angaben der Schußtafel überein.

Die Anwendung der in den Schußtafeln enthaltenen Daten für die Praxis ergiebt ſich aus dem Geſagten ohne Weiteres. Mit Hilfe der erforderlichen Zieldimenſionen für 50 pCt. kann man bei gegebenen Zieldimenſionen durch Diviſion der letzteren durch die erſteren das n erhalten und findet in den Tabellen der Wahrſcheinlichkeitsfaktoren unmittelbar die Prozentzahl der Schüſſe, welche in die gegebene Dimenſion treffen.

Wir hätten z. B. die Aufgabe, mit der 12 cm Bronzekanone C/73 mit 0,7 kg Ladung ein Ziel von 10 m Länge und 2 m Breite zu beſchießen. Die Entfernung ſei 1300 m. Es wäre dabei die Frage aufgeſtellt, wie viele Schüſſe vor dem Ziele beobachtet werden müſſen, und wie viele Schüſſe das Ziel ſelbſt treffen werden?

Das n in Bezug auf die Längendimenſion iſt $\frac{10}{20} = 0{,}5$. Für $n = 0{,}5$ finden wir in der Tafel der Wahrſcheinlichkeitsfaktoren 26 pCt. Die übrigen Schüſſe (73 pCt.) vertheilen ſich gleichmäßig vor und hinter das Ziel, ſo daß wir vor demſelben 36—37 pCt. aufſchlagen ſehen müſſen. Wir kämen hier zu dem praktiſchen Reſultate, daß unter drei Schüſſen wenigſtens einer vor dem Ziele aufſchlagen müßte, wenn Elevation und Ladung richtig wären.

Nach der Breitendimenſion erhalten wir als n $\frac{2}{1} = 2$. Dafür 82 pCt. Die kombinirte Wahrſcheinlichkeit alſo, das Ziel nach beiden Dimenſionen zu treffen, wäre:

$$\frac{26}{100} \cdot \frac{82}{100} = \frac{2132}{10000},$$

oder mit anderen Worten 21 pCt. der abgegebenen Schüſſe würden das Ziel treffen.

Die hier aufgeſtellte und gelöſte Aufgabe iſt typiſch für die

in der Praxis vorkommenden Fälle, läßt aber vielfache Varianten zu, deren außerordentliche Einfachheit ſie hier der weiteren Beſprechung entzieht.

III.

Der franzöſiſche Artillerie-Kapitän Vallier hat im 9. Bande der „Revue d'artillerie“ den von Poiſſon bewieſenen Satz, daß die Ellipſe die Contour der gleichen Treffwahrſcheinlichkeit ſei, analytiſch erweitert und kam zu dem Reſultate, daß

$$W = 1 - e^{-c^2}$$

die Wahrſcheinlichkeit ſei, daß ein Fehler innerhalb der Contour einer Ellipſe liege.

Die Entwickelung dieſes Satzes kann in folgender Weiſe geſchehen:

Die Wahrſcheinlichkeit, einen Fehler x (nach der X-Dimenſion eines Koordinaten-Syſtems) zu machen, iſt:

$$\frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h^2 x^2} dx.$$

Die Wahrſcheinlichkeit, den Fehler y (nach der Y-Dimenſion) zu machen, iſt:

$$= \frac{h_1}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h_1^2 y^2} dy.$$

Folglich iſt die kombinirte Wahrſcheinlichkeit einen beſtimmten Punkt (xy) innerhalb des Koordinaten-Syſtems XY zu treffen:

$$= \frac{h h_1}{\pi} \cdot e^{(-h^2 x^2 - h_1^2 y^2)} dx\,dy.$$

Alle Punkte nun innerhalb des Syſtems, deren x und y ſo beſchaffen ſind, daß

$$h^2 x^2 + h_1^2 y^2 = \text{Konſtante},$$

haben gleiche Wahrſcheinlichkeit, getroffen zu werden. Bezeichnen wir die Konſtante mit c^2, ſo wird die letzte Gleichung:

$$h^2 x^2 + h_1^2 y^2 = c^2,$$

oder

$$\frac{h^2}{c^2} x^2 + \frac{h_1^2}{c^2} y^2 = 1.$$

Die ſo erhaltene transformirte Gleichung iſt die Gleichung einer Ellipſe, deren Halbachſen

$$A = \frac{c}{h} \text{ und } B = \frac{c}{h_1} \text{ ſind.}$$

Es verhält ſich aber

$$A : B = \frac{1}{h} : \frac{1}{h_1};$$

mithin ſind alle Ellipſen ähnlich, ſo lange h und h_1 konſtant bleiben.

Die Wahrſcheinlichkeit, eine Ellipſe von den Halbachſen a und b zu treffen, iſt gleich der Summe der Wahrſcheinlichkeiten aller innerhalb ihrer Contour gelegenen Punkte, getroffen zu werden, oder

$$= \frac{h h_1}{\pi} \int_{-a}^{+a} \int_{-b}^{+b} e^{(-h^2x^2 - h_1^2y^2)} dx\,dy$$

oder nach Gleichung

$$= \frac{h h_1}{\pi} \int_{-a_1}^{+a_1} \int_{-b_1}^{+b_1} e^{-c^2} dx\,dy.$$

Denken wir uns nun um die Ellipſen-Contour eine zweite ähnliche Contour unendlich nahe herumgezogen, ſo iſt der dadurch entſtandene Ring von unendlich kleiner Breitendimenſion aus Rechtecken von der Fläche dx dy zuſammengeſetzt zu denken. Summiren wir dieſe Rechtecke, ſo erhalten wir den Ring ſelbſt oder das Differential der Ellipſenfläche = dE.

Unter Zugrundelegung dieſer Betrachtung geht das Doppelintegral in die Form über:

$$= \frac{h h_1}{\pi} \int e^{-c^2} dE.$$

Es iſt aber nach Gleichung

$$c = A h,$$

der Inhalt der Ellipſe aber

$$E = \pi A B.$$

Durch Subſtitution erhalten wir als Relation zwiſchen E und c

$$E = \pi A^2 \frac{h}{h_1}$$

$$dE = \pi \frac{h}{h_1} 2 A d A$$

$$c = A h.$$

Durch Subſtitution der Werthe in die Integralform der Gleichung erhalten wir:

$$W = - h^2 \int e^{- A^2 h^2} . (- 2 A . d A)$$

$$= - \left[e^{- A^2 h^2} + \text{Konſtante.} \right]$$

Zur Beſtimmung der Konſtanten ſetze man $A = 0$. Für dieſen Fall wird auch $W = 0$, mithin:

$$0 = - [1 + \text{Konſtante}],$$

oder

$$\text{Konſtante} = - 1.$$

Durch Einführung dieſes Konſtantenwerthes wird

$$W = 1 - e^{- A^2 h^2},$$

oder da

$$A h = c,$$

$$W = 1 - e^{- c^2} \text{ qu. e. d.}$$

Hier würden ſich noch einige Folgerungen anſchließen, z. B. die Ellipſe konſtanter Treffwahrſcheinlichkeit ſchließt in einer beſtimmten Fläche mehr Treffer ein als jede andere Figur von gleichem Flächeninhalte ꝛc.

Es ſoll aber wegen der geringen praktiſchen Bedeutung der ganzen Deduktion nicht weiter auf dieſe Folgerungen eingegangen werden.

III.

Das Schießen mit Shrapnels auf großen Entfernungen.

(Hierzu Figur 1—4 auf Tafel I.)

Die Vervollkommnung der modernen Feuerwaffen läßt es ganz unzweifelhaft erſcheinen, daß die Artilleriekämpfe ſchon in den Schlachten der nächſten Kriege auf größeren Entfernungen als bisher durchgeführt werden. Selbſt wenn man an der Forderung feſthält, daß die Artillerie den Entſcheidungskampf grundſätzlich auf Entfernungen unter 2400 m ſuchen ſoll, ſo werden die Verhältniſſe im Felde oft mächtiger ſein und zu einem Feuer auf größeren Entfernungen oft genug zwingen. Die Fälle, in denen die deutſche Artillerie im Feldzuge 1870/71 auf Entfernungen über 2500 m das Feuer eröffnete, ſind keineswegs ſelten. Ich will nur einiger ſolcher Beiſpiele, die ſich durch unzählige andere beliebig vermehren ließen, anführen.

In der Schlacht von St. Privat ſchoß die Artillerie der I. Armee auf Entfernungen zwiſchen 2500 und 4000 Schritt*) (2000 bis 3200 m); die Batterien des III. Korps ſüdlich Verneville ſtanden auf 3800 Schritt*) (3000 m); die Garde-Artillerie ſchoß in ihrer erſten Stellung bis auf 4000 Schritt*) (3200 m); die ſächſiſche Artillerie in ihren Stellungen nordweſtlich und nördlich Ste. Marie aux Chênes auf 4000 Schritt*) (3200 m). Das waren Offenſivgefechte, in denen ein näheres Herangehen ſich durch

*) Hoffbauer, die deutſche Artillerie in den Schlachten bei Metz. III. Th. S. 212.

die feindliche Beſetzung vorgeſchobener Punkte oder die Terrainverhältniſſe verbot.

Noch größere Entfernungen finden wir da, wo die deutſche Armee ſich in der Defenſive befand. In der Schlacht bei Noiſſeville ſchoſſen Batterien der 3. Reſerve-Diviſion auf 4300 Schritt*) (3400 m), die Artillerie des I. Korps weſtlich Servigny-Poix auf 4500 Schritt**) (3600 m), einzelne Batterien bei der Verfolgung des Feindes ſogar auf 5000 Schritt**) (3750 m).

Wenn ſolche Entfernungen bei einem Geſchütz vorkommen, deſſen Maximalſchußweite nur bis 3800 m, deſſen Auſſatz bis höchſtens 2000 m reichte, ſo liegt es wohl auf der Hand, daß man in Zukunft mit noch größeren Entfernungen rechnen muß.

Freilich leiſten unſere jetzigen Feldgeſchütze auf den großen Entfernungen erheblich mehr als die alten; ja man darf dreiſt behaupten, daß die Ueberlegenheit derſelben auf den großen Entfernungen erſt recht zum Ausdruck kommen wird. Immerhin nimmt aber die Wirkung auf den großen Entfernungen ſehr ſchnell ab. Der Grund hierfür liegt ſowohl in der Abnahme der Präziſion, wodurch die Zahl der wirkſamen Geſchoſſe vermindert wird, als auch in der Zunahme der Einfallwinkel, wodurch die Wirkung des einzelnen treffenden Geſchoſſes beeinträchtigt wird. Nachſtehende Tabelle giebt die Zahl der in maximo zu erwartenden Treffer gegen verſchiedene Ziele, die Größe der Einfallwinkel und der beſtrichenen Räume an.

		1500 m	2000 m	2500 m	3000 m	3500 m	4000 m
Treffer in Prozenten gegen:	ein Ziel von 1,8 m Höhe	61	36	24	17	14	9
	Geſchütz 1,8 m h., 2 m breit.	48	20	11	6	4	2
Einfallwinkel in Graden		4 2/16	6 8/16	9 4/16	12 3/16	15 8/16	19 2/16
Beſtrichener Raum in m		28	17	11	9	7	5

*) Hoffbauer, die deutſche Artillerie in den Schlachten bei Metz. IV. Th. S. 154.

**) Hoffbauer, die deutſche Artillerie in den Schlachten bei Metz. S. 155.

Bezeichnet man die Zahl der auf 1500 m gegen ein Geſchütz zu erwartenden Treffer mit 100 ſo iſt die

auf	2000 m	nur	41,6
„	2500 m	„	23,0
„	3000 m	„	12,5
„	3500 m	„	8,3
„	4000 m	„	4,1

d. h. wir würden auf 3000 m das 8fache, auf 4000 m das 25fache Munitions- alſo auch Zeitquantum gebrauchen, um dieſelbe Wirkung wie auf 1000 m zu erreichen, vorausgeſetzt, daß die Wirkung des treffenden Geſchoſſes dieſelbe wäre. Je größer aber die Entfernung, um ſo größer werden die Einfallwinkel und um ſo mehr Sprengſtücke bleiben in der Erde ſtecken, während die weiter fliegenden unter ſehr ſteilem Winkel abprallen und erheblich an Geſchwindigkeit alſo auch Durchſchlagskraft verlieren.

Das Zuſammentreffen zweier die Wirkung ſo erheblich abſchwächenden Urſachen hat zur Folge, daß die Granaten auf großen Entfernungen ſo gut wie gar keine Wirkung haben, ſelbſt wenn das Einſchießen vollkommen gelungen ſein ſollte. Nun iſt aber leicht einzuſehen, daß die Schwierigkeit des Einſchießens mit der Größe der Entfernung wächſt, weil nicht die größeren Streuungen, ſondern auch die ſchwierigere Beobachtung das Gelingen in Frage ſtellen. Wenn man noch darauf rechnen kann, auf mittleren Entfernungen den mittleren Treffpunkt bis auf 25 m an den beabſichtigten heranzubringen, ſo wird man auf großen Entfernungen ſchon zufrieden ſein müſſen, wenn dies bis auf 50 m gelingt.

Die Erfahrung lehrt, daß die Wirkung des Shrapnels zwar auch mit der Entfernung abnimmt, jedoch nicht in dem Maße, wie dies bei der Granate der Fall iſt, und daß das Shrapnel auf allen Entfernungen der Granate überlegen iſt. Es iſt daher ein ſehr naheliegender Gedanke und ſehr berechtigter Wunſch, die Wirkungsſphäre des Shrapnels durch Konſtruktion eines Zünders mit langer Brennzeit auf die großen Entfernungen auszudehnen. Dies iſt nunmehr gelungen, und es entſteht die Frage, ob die Schießregeln, die bis jetzt — wenigſtens in der Truppe — nur auf Entfernungen bis zu 2500 m erprobt ſind, auch unbedenklich auf den großen Entfernungen angewendet werden können. Einzelne Regimenter haben in der diesjährigen Schießübung Gelegenheit gehabt,

Digitized by Google

dieſer Frage praktiſch näher zu treten. Uns war es leider nicht vergönnt, einer derartigen Uebung beizuwohnen. Wir wollen daher verſuchen, durch eine Betrachtung der Flugbahnverhältniſſe und mit Hülfe von früher geſammelten Erfahrungen eine Antwort auf dieſe Frage zu finden.

Aus den Angaben der Schußtafeln läßt ſich theils direkt, theils indirekt Nachſtehendes folgern:

1) Wegen der großen Einfallwinkel werden auf den großen Entfernungen bei *normalem* Funktioniren der Zünder die mittleren Sprenghöhen ſehr viel größer ſein als auf den kleinen und mittleren Entfernungen.

Entfernung m	Fallwinkel des nicht krepirten Shrapnels Grad	Mittlere Sprenghöhe für 50 m Sprengweite in m
1000	$2\,{}^{7}/_{16}$	3,0
1500	$4\,{}^{7}/_{16}$	4,5
2000	$6\,{}^{14}/_{16}$	6,5
2500	$9\,{}^{11}/_{16}$	9,4
3000	$12\,{}^{5}/_{16}$	11,8
3500	$15\,{}^{1}/_{16}$	14,5
3900	$17\,{}^{4}/_{16}$	16,7

Hieraus folgt, daß auf großen Entfernungen nur *ſehr* ſelten eine Sprengwolke in Beziehung zum Ziel zu bringen ſein wird, und daß mithin die Beobachtung des Shrapnels, die auf mittleren Entfernungen ſchon ſehr ſchwierig iſt, auf den großen Entfernungen beinahe zur Unmöglichkeit wird. Die einfache Konſequenz hieraus iſt, daß es auf den in Rede ſtehenden Entfernungen in weit höherm Grade als auf den kleinen und mittleren nothwendig ſein wird, die durch das Granatſchießen ermittelte Flugbahnlage zu Grunde zu legen und die Brennlänge ſo zu reguliren, daß Aufſchläge möglichſt vermieden werden und die Sprengpunkte ungefähr in richtiger Höhe erſcheinen.

2) Infolge der größeren Streuungen (die Längenſtreuungen ſind auf 3500 m etwa $1\,{}^{1}/_{2}$ mal ſo groß als auf 1500 m) wird das

Einſchießen mit Granaten weniger raſch vor ſich gehen als auf kleinen oder mittleren Entfernungen, ſelbſt wenn alle Beobachtungen richtig ſind. Der Fall, daß man mit einer Erhöhung, bei welcher der mittlere Treffpunkt beträchtlich (über 50 m) *hinter* dem Ziele liegt, Schüſſe *vor* demſelben erhält und umgekehrt, wird hier viel häufiger vorkommen. Die Unſicherheit der Beobachtungen, die naturgemäß mit der Entfernung zunimmt, trägt weiter dazu bei, das Einſchießen nicht nur zu verzögern, ſondern auch unſicher zu machen. Wenn wir wiſſen, daß auf mittleren Entfernungen bei etwa der Hälfte aller Schießen die kürzere Entfernung der engen Gabel um 50 m zu klein war, ſo werden wir behaupten dürfen, daß auf den großen Entfernungen dieſe kürzere Gabel bei der Hälfte aller Schießen um 75 m oder mehr zu klein ausfällt.

3) In den Figuren 1 bis 4 ſind die Enden der Shrapnelflugbahnen mit dem Durchſchnitt der Streuungskegel auf den Entfernungen von 1000, 2000, 3000 und 3900 m dargeſtellt. *) Der Vergleich der Figuren untereinander zeigt, wie die Abnahme der Raſanz des obern Theils des Streuungskegels die Wirkungstiefe des Shrapnels und damit zugleich ſeine Wirkung überhaupt mit Zunahme der Entfernung erheblich reduzirt. Nehmen wir eine Sprenghöhe an, wie ſie der normalen Sprengweite von 50 m entſpricht, ſo ergiebt ſich aus den Figuren, daß die Wirkungstiefe

auf	1000 m	etwa	190 m	
„	2000 „	„	150 „	
„	3000 „	„	110 „	
„	3900 „	„	62 „	beträgt.

Auf eine normale Sprengpunktslage iſt aber nicht immer zu rechnen, ſondern häufig wird die Sprenghöhe geringer ſein als die normale. Beträgt die Sprenghöhe nur die *Hälfte* der normalen, ſo reduzirt ſich die Wirkungstiefe des Shrapnels bei der Entfernung von

1000 m	auf	175 m	alſo	um	8%
2000 „	„	110 „	„	„	21½%
3000 „	„	70 „	„	„	36%
3900 „	„	33 „	„	„	47%

*) Für die Entfernungen von 1000 und 2000 m iſt der Kegelwinkel zu etwa 17°, für die größeren zu 20° angenommen.

Andrerſeits vergrößert ſich bei doppelter Sprenghöhe die Wirkungstiefe bei einer Entfernung von

1000 m	auf ca.	195 m	alſo	um	ca.	2½%
2000 „	„	160 „	„	„		14%
3000 „	„	150 „	„	„		50%
3900 „	„	100 „	„	„		65%

Es kann ſich hier natürlich nicht um die abſoluten Zahlen handeln, die ſich überhaupt nur ganz annäherungsweiſe angeben laſſen. Aber trotzdem kann man in dieſen Zahlen ein Geſetz erkennen, und mit aller Schärfe laſſen ſich folgende Schlüſſe daraus ziehen, wobei es ganz gleichgültig iſt, ob der Einfallwinkel um 1° bis 2° differirt, und ob der Kegelwinkel um 2° oder 5° zu groß oder zu klein angenommen iſt.

Die Wirkungstiefe des Shrapnelſchuſſes nimmt mit zunehmender Entfernung ab und zwar um ſo ſchneller, je tiefer der Sprengpunkt liegt. Auf kleinen und mittleren Entfernungen kann man bei nur annähernd richtiger Flugbahnlage immer noch auf eine gute Wirkung rechnen, vorausgeſetzt, daß der Sprengpunkt vor dem Ziele und nicht gar zu hoch lag. Darin liegt die Stärke dieſer Schußart; ihre Wirkung iſt unabhängig von kleinen Richtfehlern und gewiſſen Unregelmäßigkeiten im Funktioniren der Zünder. Das iſt auf den großen Entfernungen anders. Eine Sprenghöhe von nur 1 m giebt auf einer Entfernung von 1000 m ſelbſt bei einer Sprengweite von 120 bis 150 m noch eine gute Wirkung; auf 3000 m hört bei einer ſolchen Sprenghöhe jede Wirkung auf, ſobald der Sprengpunkt um mehr als 20 m vor dem Ziele liegt, auf 3900 m darf bei einer Sprenghöhe von ſogar 5 m die Sprengweite nicht größer als 30 m werden.

Fehler von 30 bis 40 m, die beim Einſchießen gar oft vorkommen und auf Entfernungen bis 2000 m ohne jede Bedeutung ſind, beeinträchtigen die Wirkung auf den großen Entfernungen ſehr erheblich. Iſt die enge Gabel z. B. vollſtändig richtig gebildet, ſo kann die wahre Zielentfernung ſehr wohl gleich der großen Gabelentfernung ſein oder dieſer ſehr nahe kommen. Man wird in ſolchen Fällen das Shrapnelfeuer auf einer um etwa 50 m zu kleinen Entfernung eröffnen. Aus der Betrachtung der Figuren ergiebt ſich unmittelbar, daß dies auf Entfernungen von 1000 und 2000 m ohne jede Bedeutung iſt, daß dagegen auf 3000 m die Wirkung ſchon in Frage geſtellt iſt, wenn die Sprenghöhen (bei der Spreng-

weite von 100 m) etwas klein, nämlich unter 8 m ausfallen. Auf 3900 m iſt dagegen die Wirkung bei normaler Sprenghöhe (17 m) Null; erſt bei etwa 20 m Sprenghöhe würde das Ziel von den äußerſten Kugeln des oberen Streuungskegels erreicht werden

Während geringe Sprenghöhen — vorausgeſetzt, daß ſie nicht ſo klein wurden, daß die Zahl der Aufſchläge und Blindgänger zu groß wird — auf kleinen und mittleren Entfernungen eine vortreffliche Wirkung erwarten laſſen und wegen ihrer leichteren Beobachtungsfähigkeit gerade erwünſcht ſind, muß man ſie auf großen Entfernungen für ſehr nachtheilig erklären, weil ſie die Wirkungstiefe der Schüſſe ſo erheblich vermindern.

Wollte man, um dieſen Nachtheilen zu begegnen, dem Shrapnelſchießen ein genaues Einſchießen mit Granaten vorangehen laſſen, ſo würde man dazu ſo viel Zeit gebrauchen, daß man mit dem Uebergang zum Shrapnelfeuer ſicher zu ſpät kommen würde. Es iſt leicht einzuſehen, daß ein ſolches Einſchießen auf den großen Entfernungen viel mehr Zeit erfordert als auf den kleinen. Wenn die Beobachtungsverhältniſſe nicht ausnahmsweiſe günſtig ſind, ſo wird die Beobachtung eine ziemlich unſichere ſein und die Zahl der fraglichen und falſchen Beobachtungen zunehmen. Aber auch wegen der größeren Streuungen kann man ſelbſt bei richtigen Beobachtungen nicht darauf rechnen, von vorn herein die Gabel richtig zu erſchießen. Die Erkennung und Korrektur eines ſolchen Fehlers ſind ſtets ſehr zeitraubend. Man wird ſich daher hier mit der Bildung der engen Gabel und der Kontrole derſelben begnügen müſſen. *)

Um eine größere Wirkungstiefe des Schuſſes zu erzielen, wird man kleine Sprenghöhen zu vermeiden haben und niedrige Sprengpunkte durch einſeitige Korrekturen an Brennlänge oder Aufſatz beſeitigen. Welches der beiden Mittel hierfür zu wählen iſt, wird ganz davon abhängen, wie man beim Schießen auf den jetzt üblichen Entfernungen die Beſeitigung von Aufſchlägen ausführt, da eine definitive Entſcheidung hierüber noch ausſteht. Schließlich wird

*) Ein genaues Einſchießen und demnächſtiges Uebertragen der Granatentfernung auf das Shrapnel würde auch nur dann angängig ſein, wenn die Schußtafeln beider Schußarten auf allen Entfernungen abſolut übereinſtimmten. Das iſt aber bei dem Verfahren zur Ermittelung der Erhöhungen ein Ding der Unmöglichkeit.

man, wie das die Schießregeln bereits jetzt ſchon unter beſonders ſchwierigen Beobachtungsverhältniſſen empfehlen, lagenweiſe vor- und zurückgehen.

Der Verlauf eines ſolchen Schießens würde alſo folgender ſein: Bildung und Kontrole der engen Gabel mit Granaten, Uebergang zum Shrapnelfeuer auf der kürzern Gabelentfernung, Reguliren der Sprenghöhe und Fortſetzung des Feuers unter lageweiſem Laden abwechſelnd mit der ermittelten, einer größern und einer kleinern Entfernung. —

Die Entfernungen dürften zweckmäßig um je 100 m von einander differiren. Iſt der Unterſchied kleiner, ſo iſt das Maß, um welches die Wirkungstiefe vergrößert wird, — im Ganzen 100 m — zu unbedeutend; iſt er größer, ſo läuft man Gefahr, auf den größeren Entfernungen das zu beſchießende Terrain nicht in zuſammenhängender Weiſe unter Feuer zu halten; es werden dann leicht einzelne Strecken deſſelben unbeſtrichen bleiben. Nehmen wir z. B. die kurze Gabelentfernung zu 3800 m, ſo würde man abwechſelnd auf 3700, 3800 und 3900 m feuern und mit

Entfernung von	3700 m	das Terrain	von ca.	3685	bis	3745 m
„	3800 „	„	„	3785	„	3845 „
„	3900 „	„	„	3885	„	3945 „

unter Feuer halten. Man bemerkt, daß ſchon hierbei das Terrain zwiſchen 3745 und 3785 m, ſowie zwiſchen 3845 und 3885 m nicht beſtrichen wird. Dieſe Lücken ſind aber doch ſehr klein und dürften durch die Längenſtreuung der Sprengpunkte genügend beſeitigt werden. Nur wenn die Sprenghöhen gering ausfallen, können ſie erheblich wachſen, wie ein Blick auf die Figuren zeigt; ebenſo wenn man um mehr als 100 m lagenweiſe vor- oder zurückgehen wollte. Ebenſo wird man bedeutende Lücken erhalten, ſobald das Terrain am Ziel zur Viſirlinie anſteigt. Stände z. B. ein Ziel an einem vordern Abhang, der unter 5° geböſcht wäre, ſo vermindert ſich bei normaler Sprenghöhe die Wirkungstiefe bei einer Entfernung von 3900 m von 65 auf pptr. 45 m, und das Terrain würde in einer Breite von vielleicht 55 m unbeſtrichen bleiben. In dieſem Falle dürfte es dann doch wohl angezeigt ſein, um nur 50 m lagenweiſe vor- oder zurückzugehen. Meiſt ſind bei ſolchem Terrain die Beobachtungsverhältniſſe ſo günſtig, daß man vor ſehr großen Fehlern geſchützt iſt und daher nicht nöthig hat, ein Terrain von ſo bedeutender Tiefe unter Feuer zu nehmen.

Digitized by Google

Aus dem Vorſtehenden dürfte hervorgehen, daß die großen Entfernungen das Verfahren beim Shrapnelſchießen zwar ein wenig modifiziren werden, daß aber die bisherigen Regeln vollkommen ausreichen und nur einer ſinngemäßen Anwendung bedürfen, daß endlich alle Künſteleien und kleinlichen Korrekturen gerade hier durchaus vermieden werden müſſen.

Rohne,
Major und Abtheilungs-Kommandeur
im 2. Brandenburgiſchen Feld-Artillerie-Regiment Nr. 18
(General-Feldzeugmeiſter).

Digitized by Google

IV.

Die ſchweizeriſche Artillerie Ende 1882.

Es iſt für das deutſche Offizierkorps nicht ohne Intereſſe, ſich den Stand des Artilleriewesens in der Schweiz näher zu betrachten, da ja in der neueren Zeit wieder vielfach die Frage erörtert wird, ob die Schweiz im Kriegsfalle ihre Neutralität aufrecht erhalten könne oder nicht. Wenn auch die ſchweizeriſche Armee als Milizarmee nicht den Stand der übrigen großen Armeen Europas erreichen kann, weil ihr die Zeit und das Material zur Ausbildung fehlen, ſo kann man auf der andern Seite doch nicht verkennen, daß ein reges Streben in derſelben nach Fortſchritt herrſcht und daß überall der gute Wille vorhanden iſt, ſich den anderen ſtehenden Heeren ebenbürtig zu machen. Dies gilt ganz beſonders von der Artillerie, welche in der kleinen Armee eine wahre Elitetruppe iſt. Das Jahr 1882 brachte für dieſe Waffe mehrere tiefgreifende Aenderungen, welche wohl geeignet ſind, die ſchweizeriſche Artillerie in den Rahmen der Artillerien der Nachbarſtaaten treten zu laſſen. Dieſe Veränderungen ſind die nachbenannten, welche theils durchgeführt ſind, theils in der erſten Hälfte des Jahres 1883 in Kraft treten.

1) Die Feldartillerie. Dieſelbe beſitzt bis jetzt 2 Kaliber, das leichte Feldgeſchütz mit einem Kaliber von 8,4 cm und das ſchwere mit einem ſolchen von 10,5 cm; erſteres iſt aus Bronze, letzteres aus Gußſtahl. Die näheren vergleichenden Angaben ſind in der nachſtehenden Tabelle enthalten:

Die Ladung beim leichten Feldgeſchütz beträgt 840, beim ſchweren 1062, und beim neuen leichten Geſchütz 1400 gr Geſchützpulver.

Benennung	Kaliber	Material des Rohres	Gewicht des Geſchützes: mit Ausrüſtung und Munition	Gewicht des Geſchützes: mit Ausrüſtung, Munition, aufgeſ. Bedienungsmannſchaften	Zuglaſt pro Pferd der Beſpannung	Anfangsgeſchwindigkeit	Gewicht der Granate	Gewicht der Shrapnel	Gewicht der Kartätſche	Länge (mit Zünder) Granate	Länge (mit Zünder) Shrapnel	Länge (mit Zünder) Kartätſche	Sprengladung der Granate	Sprengſtücke der Granate	Anzahl der Kugeln: Shrapnel	Anzahl der Kugeln: Kartätſche
	cm		kg	kg	kg	m	kg	kg	kg	cm	cm	cm	gr			
leichtes Feldgeſchütz	8,4	Bronze	1640	2040 (5 Mann)	340 (6 Pferde)	396	5,6	5,6	5,6	21	20,5	19	300	50	130 à 22 gr	62 à 72 gr
ſchweres Feldgeſchütz	10,5	Gußſtahl	1975	2375 (5 Mann)	396 (6 Pferde)	388	7,8	9,2	8,2	21	21	20	600	24—30	170 à 16 gr	84 à 62 gr
neues leichtes Feldgeſchütz	8,4	Hartbronze	.	.	.	.	6,2	6,2	.	.	.	.	140	135	180 à 16 gr	.

Das leichte Feldgeſchütz entſpricht den Anforderungen an ein leichtes Geſchütz keineswegs, es iſt deshalb ein neues Geſchütz an deſſen Stelle getreten und zur Hälfte ſchon in den Beſtänden eingeſtellt. Daſſelbe entſpricht am meiſten dem leichten öſterreichiſchen Feldgeſchütz und ſteht an Leiſtungsfähigkeit dem deutſchen Geſchütz nicht nach. Die Rohre haben Keilverſchluß und 18 Keilzüge; das neue Rohr erhält denſelben Aufſatz, wie das deutſche Modell, während die älteren Geſchütze noch mit dem hölzernen Aufſatz verſehen ſind.

Die Geſchoſſe ſind beim alten leichten Feldgeſchütz die Doppelwandgranate, beim ſchweren die gewöhnliche Granate und beim neuen leichten Feldgeſchütz die Ringgranate nach deutſchem Modell; die Neueinführung des leichten Geſchützes kann ſomit auch in dieſer Weiſe als ein Fortſchritt bezeichnet werden. Ueber die Einführung der Ringgranate beim ſchweren Geſchütz ſind wohl Verſuche im Gange, jedoch iſt die definitive Einſtellung noch nicht angeordnet. Die Einrichtung der im Geſchoß zu transportirenden Zünder dürfte in den weiteren Kreiſen des deutſchen Artillerie-Offizierkorps bekannt ſein und kann hier demgemäß nur als Notiz Erwähnung finden. Der Preis von Geſchoß und Ladung beträgt für das leichte Geſchütz 7 Frcs. 20 Cts., für das ſchwere 9 Frcs. 50 Cts., und für das neue leichte 10 Frcs. 10 Cts.

Die beiden erſten Geſchütze haben die alte franzöſiſche Laffete von Holz, während die neuen Feldgeſchütze mit einer ſolchen von Stahlblech verſehen werden und zwar im Allgemeinen wieder nach dem Modell der deutſchen Feldlaffete. Bei den beiden älteren Syſtemen fehlen die Achsſitze ganz, und die beiden Bedienungsnummern ſtellen ſich auf ein gewöhnliches Trittbrett, indem ſie ſich an den durch Oeſen der Laffetenwände geſteckten Hebebäumen halten, eine Einrichtung, welche für die Bedienungsmannſchaften höchſt unbequem und gefährlich iſt. Die Feldbatterie zählt 6 Geſchütze, 6 Munitionswagen, 1 Vorrathslaffete, 1 Rüſtwagen, 1 Feldſchmiede, 1 Fourgon, 2 Proviantwagen; die Munitionswagen ſowie die übrigen Fahrzeuge ſind größtentheils nach deutſchem Muſter gefertigt und durchweg als praktiſch anzuerkennen. Die Vertheilung der Munition iſt aus nachſtehender Tabelle erſichtlich:

Bezeichnung	In der Batterie				Im Diviſionspark			Im Depotpark			Total pro Batterie inkluſ. Reſervegeſchütze
	6 Geſchütze	6 Munitionswagen	1 Vorrathslaffete	Total	4 Munitionswagen	1 Reſervegeſchütz	Total	6 Batteriegeſchütze	1 Reſervegeſchütz	Total	
8cm-Feldbatterie:											
Granaten	120	408	20	548	272	20	292	440	190	630	1470
Shrapnels	108	348	18	474	232	18	250	374	162	536	1260
Kartätſchen	12	12	2	26	8	2	10	26	8	34	70
10cm-Feldbatterie:											
Granaten	120	360	20	500	240	20	260	760	230	990	1750
Shrapnels	48	192	8	248	128	8	136	386	119	505	889
Kartätſchen	24	24	4	52	16	4	20	70	19	89	161

Bei den Batterien vertheilen ſich die Schüſſe auf:

	beim leichten Geſchütz	beim ſchweren Geſchütz
die Geſchützprotzen . . .	40	32
„ Munitionswagen . .	128	96
„ Vorrathslaffete . . .	$6\frac{4}{6}$	$5\frac{2}{6}$
	$174\frac{4}{6}$	$133\frac{2}{6}$

Der Stand der Feldbatterie iſt an Offizieren: 1 Hauptmann, 2 Oberlieutenants, 2 Lieutenants, 1 Arzt; ferner 15 Unteroffiziere, 138 Mann, 20 Reit-, 100 Zugpferde. Die Mannſchaften und Unteroffiziere ſind gut inſtruirt und in der Bedienung der Geſchütze gewandt ausgebildet; das Reglement wird durch die Chargen ſicher gehandhabt. Die Offiziere haben bei den diesjährigen Manövern einen guten Eindruck hinterlaſſen, und beſonders auch im Verein mit den anderen Waffen ziemliche Kenntniß der neueren Gefechtstaktik an den Tag gelegt; auffallend war nur der häufige Stellungswechſel und das ungebührlich häufige Wechſeln des Zieles, welches faſt bei allen Batterien angetroffen wurde. Das Regle-

ment der Feldartillerie iſt ſehr ſchwerfällig, namentlich iſt das Kommando der Entfernung und der Zielangabe zu lang, was ſeinerſeits wieder die Batteriechefs zu viel zu umſtändlichen Bezeichnungen der Zielverhältniſſe veranlaßt. Die Thätigkeit der Zugführer iſt eine rein paſſive geweſen, was um ſo mehr auffallen muß, als gerade das Artillerie-Offizierkorps in der Schweiz einen faſt durchweg gebildeten und gründlichen Fond beſitzt. — Die Beſpannung der Artillerie iſt gut, ſowohl was die Beſchirrung anbelangt als auch das Pferdematerial; die Schweiz hat einen ſo großen Ueberſchuß an tüchtigen Zugpferden, daß im Mobilmachungsfall alle Batterien und Parks vollzählig beſpannt werden können, und noch 14 000 Pferde an die Landwehr-Kavallerie abgegeben werden. Die Bewegungsfähigkeit der Feldbatterien ſowie die Fahrausbildung der Fahrer iſt jedoch eine ſehr geringe; letztere entſpringt dem Syſtem der Ausbildung des Milizſoldaten und dem Mangel an hierauf verwendeter Zeit, erſtere iſt theils in dem ſehr geſchonten Pferdematerial, theils in dem ſteilen, bergigen, vielfach zerklüfteten Terrain zu ſuchen.

Der geſammte Stand an Feldartillerie beträgt:

8 cm-Batterien: 36 der Linie à 6 Geſchütze	= 216 Geſchütze
7 der Landwehr à 6 Geſchütze	= 42 „
Ergänzungsgeſch. für 36 Batterien	= 36 „
Summa	294 8 cm-Geſch.
10 cm-Batterien: 12 in der Linie à 6 Geſchütze	= 72 Geſchütze
1 in der Landwehr à 6 Geſchütze	= 6 „
Ergänzungsgeſch. für 12 Batterien	= 12 „
Summa	90 10 cm-G.

Es mögen hier nun noch einige Angaben über die balliſtiſchen Leiſtungen des Feldartillerie-Materials Platz finden:

Beſtrichener Raum gegen 1,8 m Ziel

		8,4 cm	10,5 cm
auf Meter	1000	39	37
	2000	16	14
	3000	8	7

	50 % Treffer erfordern				End-geſchwindigkeit		Treffer % in einem 1,8 m hohen Ziel	
	Zielhöhe		Ziellänge					
	8 cm	10 cm	8 cm	10 cm	8 cm	10 cm	8,4 cm	10,5 cm
1000	0,9	0,8	18	15	320	300	82 %	85 %
2000	2,3	2,6	19	20	265	240	40 %	35 %
3000	6,5	7,7	27	27	215	170	15 %	12 %

2) Die Gebirgsartillerie. An Gebirgsartillerie beſitzt die Schweiz nur zwei Batterien; der Mangel weiterer Batterien iſt wohl in den oberen Militärkreiſen als ein ſehr empfindlicher erkannt; die Löſung gleichzeitiger und momentan ebenſo wichtiger Fragen jedoch, ſowie die immerhin großen Koſten haben die Aufſtellung weiterer Batterien bis auf Weiteres vertagt. Eine Aufſtellung von weiteren Gebirgsbatterien iſt denn auch nicht in der Linie, ſondern nur in der Landwehr vorgeſehen.

Die beiden Batterien haben das 7,5 cm-Gebirgsgeſchütz von Stahl; die Laffete und Gabeldeichſel nebſt 2 Munitionskiſten mit je 10 Schüſſen wiegen zuſammen 407 kg. Die Anfangsgeſchwindigkeit iſt 274 m, die Endgeſchwindigkeit auf 1000 m 105 m. Der beſtrichene Raum iſt gegen ein 1,8 m hohes Ziel auf 1000 m 23 m; auf 2000 m 9, auf 3000 m 5 m; gegen ein gleiches Ziel erhält man Treffer pCt. auf 1000 m 96 pCt.; auf 2000 m 51 pCt.; auf 3000 m 12 pCt., während 50 pCt. Treffer eine Zielhöhe erfordern auf 1000 m von 0,6, auf 2000 m 1,7, 3000 m 7,3 m und eine Ziellänge: 1000 m 8 m; 2000 m 9; 3000 m 20 m. — An Munition führt das Geſchütz eine Ringgranate von 4,3 kg Gewicht, 18,5 cm lang und mit 100 gr Sprengladung und mit dem ähnlichen Perkuſſionszünder wie die Feldgranate; die Ladung beträgt 400 gr. Die Batterie hat an Fahrzeugen: 6 Geſchütze, 2 Vorrathslaffeten, 60 Munitionskiſten, 8 Vorraths- und Werkzeugkiſten, 2 Arztkiſten und 2 Pferdearztkiſten; das Material iſt äußerſt praktiſch und ſolid konſtruirt. Beim Transport wird das Rohr auf ein Saumthier gepackt, ferner die Gabeldeichſel, die Laffete und noch 2 Munitionskiſten auf 4 ſolche Thiere aufgepackt.

Die Anzahl der Pferde ſind pro Batterie 12 Reitpferde und 71 Saumthiere; von den letzteren iſt die aus dem Wallis rekrutirte Batterie Nr. 62 mit Maulthieren, die aus Graubündten ſtammende Batterie Nr. 61 mit Packpferden ausgerüſtet; die ganze Ausrüſtung der Batterien hat ſich dieſes Jahr bei den Manövern der 15. und 14. Brigade am St. Gotthard und in den wilden Gegenden des Furka- und Oberalppaſſes ſehr gut bewährt. Die Batterien legten in verhältnißmäßig ſehr kurzer Zeit die ſchwierigſten Gebirgspfade und Paßſteige zurück. Der perſonelle Stand iſt denen der Feldbatterien gleich; die Ausbildung der Offiziere und Mannſchaften iſt eine ſehr hohe und eingehende zu nennen.

Außer den beiden Batterien beſitzt die Schweiz momentan nur noch 8 Schulgeſchütze, ſo daß die Geſammtzahl auf 20 Gebirgsgeſchütze ſich beläuft.

3) Die Poſitionsartillerie. Qualität und Anzahl der Poſitionsgeſchütze waren bis in die letzte Zeit durchaus ungenügend. Es ſind an ſolchen Geſchützen bis jetzt vorhanden geweſen:

43 10 cm-Hinterladerkanonen aus Bronze,
118 12 cm-Hinterladerkanonen aus Bronze,
6 15 cm kurze Hinterladerkanonen aus Bronze,
46 16 cm-Haubitzen, Vorderlader aus Gußeiſen,
10 22 cm-Mörſer aus Gußeiſen.

Dieſes Material entſpricht nun keineswegs den neueren Anforderungen und iſt zum größten Theil neben veralteten Verſchlußſyſtemen ſo ſchadhaft, daß im Ernſtfall ihr Gebrauch mehr Gefahren für die Bedienungen, als für den Gegner bringen dürfte. Hand in Hand mit der Erörterung der Landesbefeſtigungsfrage iſt das Militärdepartement auch dieſer Frage näher getreten, und da die Koſten die Verwirklichung der Befeſtigung der ſchweizeriſchen Grenzen wohl ganz in den Hintergrund gedrängt haben, wollte man doch auf der andern Seite die Vertheidigungsfähigkeit des Landes heben und glaubte dies am zweckentſprechendſten durch die Nenbewaffnung der Poſitionsartillerie mit zeitgemäßem, gutem Geſchützmaterial zu erreichen. Es iſt keine Frage, daß dieſe Anordnung die Wehrfähigkeit der Schweiz in ganz bedeutendem Maße zu heben geeignet erſcheint, inſofern ſie dadurch und durch den Charakter ihrer Grenzen mit den ſchwierigen Defileen und Paßſtraßen befähigt iſt, auch ohne großen Aufwand von permanenten

Digitized by Google

Feſtungsanlagen, ſondern nur von proviſoriſchen Werken aus einer feindlichen Armee und deren Beſtreben, den neutralen Boden zu betreten, erfolgreich und nachhaltig entgegenzutreten. Von dieſem Geſichtspunkt aus iſt die Umformung der ſchweizeriſchen Poſitions-artillerie nicht allein für die Schweiz ſelbſt, ſondern auch für die Nachbarländer von ſehr großer Wichtigkeit und von berechtigtem militäriſchen Intereſſe.

Es beſteht, wenn die Umwandlung Mitte des Jahres 1883 beendet ſein wird, die Poſitionsartillerie aus obigen 43 Hinterladern, 10,5 cm, aus Bronze, aus 125 ſchweren 12 cm-Kanonen, 50 12 cm gezogenen Mörſern und 75 8,4 cm-Kanonen. Mit Rückſicht auf die gebirgigen Gegenden und auf die Verwendung der Artillerie in Poſitionen, gegen welche ein eventueller Gegner keine ſchwerſten Geſchütze der modernen Belagerungstrains zur Verwendung bringen kann, hat man von der Einführung des 15 cm-Kalibers abgeſehen und hält das 12 cm-Kaliber für die zu löſenden Aufgaben für genügend und zwar mit Recht. Denn ſchwerlich dürfte ein Gegner ſich auf einen Feſtungskrieg einlaſſen in einem Terrain, welches dem Vertheidiger den ſteten Vortheil des Ueberhöhens gewährt.

Die 12 cm-Kanone entſpricht vollſtändig dem deutſchen ſchweren 12-cm, ſie iſt das eigentliche Demontirgeſchütz. Das Rohrmaterial iſt Gußſtahl, und wird dieſelbe von Krupp bezogen, um möglichſt raſch die Mängel der Poſitionsartillerie auszugleichen. Das Geſchoßgewicht beträgt 18 kg mit einem Ladungsverhältniß, welchem eine Anfangsgeſchwindigkeit von 480 m entſpricht. Als Laffete wird die deutſche Belagerungslaffete aus Stahlblech, ganz ähnlich der des ſchweren 12 cm-Geſchützes, angenommen, nur iſt die äußerſte Gewichtsgrenze auf 2900 kg geſetzt, ſo daß das Geſchütz auch noch auf nicht zu ſchwierigen Gebirgspaſſagen transportabel iſt, ohne zerlegt werden zu müſſen.

Der 12 cm gezogene Mörſer hat dieſelbe Munition wie die Kanone und erhält eine dem deutſchen 21 cm-Mörſer ähnliche Laffete viel leichterer Konſtruktion. Die Entfernungsgrenzen ſind hier auf 3000 m normirt. Die 8,4 cm-Kanone ſoll als Flankengeſchütz gelten und wird in ihren Konſtruktionsverhältniſſen nach dem neuen leichten Feldgeſchütz angefertigt. Von den beiden letzten Geſchützen werden die erſten Raten von Krupp bezogen, und erſt wenn der dringendſte Bedarf gedeckt iſt, werden dieſe Kaliber im eigenen Lande in Hartbronze fabrizirt.

Die Neubewaffnung ruft denn auch eine vollſtändige Reorganiſation in perſoneller Beziehung bei der Poſitionsartillerie hervor; die bisher beſtandenen 10 Poſitionskompagnien mit einem Stand von 1430 Mann müſſen verdoppelt werden, da die neuen Geſchütze einen Perſonalſtand von über 3000 Mann erfordern. Und das hat in der Schweiz ſeine Schwierigkeit, da die neueſten Rekrutirungsverhältniſſe nicht gerade die befriedigendſten Reſultate ergaben. Dazu kommt noch die Umänderung der Fahrzeuge für den Munitionstransport und ſonſtigen Dienſt, die Vermehrung derſelben, Neueinrichtung von Telegraphen- und Telephonanſtalten, ſowie die Beſchaffung von Apparaten für elektriſche Beleuchtung. Die Geſammtkoſten der Neubewaffnung belaufen ſich auf 5 Millionen Franken.

So tritt denn auch die Artillerie der Schweiz, auf zwei Gebieten in der zeitgemäßen Umwandlung ihres Geſchützſyſtems begriffen, in das neue Jahr mit dem Beſtreben, ſich an die Seite der großen Fortſchritte auf artilleriſtiſchem Gebiet durch die ſtehenden Heere ſeiner Nachbarn zu ſtellen.

V.

Die ruſſiſchen Donau-Brücken im Kriege von 1877/78.

Von

Thilo von Trotha,

Hauptmann und Kompagniechef im 8. Weſtfäliſchen Infanterie-Regiment Nr. 57.

(Hierzu Figur 5 auf Tafel I.)

1. Einleitende Ueberſicht.

Den allgemeinen Gang der Operationen als bekannt vorausſetzend, werde ich mich darauf beſchränken, zunächſt eine allgemeine Ueberſicht über die im Laufe des Krieges hergeſtellten Donau-Uebergänge zu geben, und dann die einzelnen Uebergänge, ſoweit brauchbares Material darüber vorliegt, näher zu beſchreiben.

In der zunächſt folgenden Ueberſicht werden die einzelnen Uebergänge in der Reihenfolge von Oſten nach Weſten zur Aufzählung kommen.

Bei Braila wurde Ende Juni eine Brücke fertiggeſtellt, deren Mitte auf Flößen und deren beide Enden auf Pfahlwerk ruhten.

Bei Kalaraſch — Siliſtria wurde Anfang September vom rumäniſchen Ufer bis zur Inſel Salgan eine Brücke erbaut; ein vollſtändiger Uebergang bis zum bulgariſchen Ufer iſt hier auch ſpäter nicht hergeſtellt worden.

Bei Pirgos (oberhalb der Lom-Mündung) wurde im Auguſt ein Uebergang vermittelſt einer Fähre eingerichtet.

Die Anlage einer Brücke an dieſer Stelle war wegen zu großer Nähe von Ruſtſchuk nicht thunlich, man wählte hierzu die

Gegend von Petruſchani—Battin, wo die Inſel Boatin die Donau in zwei Arme theilt.

Nach etwa einmonatlicher Arbeit wurde hier Mitte November mit Benutzung der genannten Inſel ein Brückenübergang fertiggeſtellt, theils auf Pontons, theils auf Pfählen.

Ende Dezember wurde die Brücke durch Eisgang ſtark beſchädigt und mußte abgefahren werden; der für die Verpflegung der Armee des Thronfolgers ſehr wichtige Uebergang wurde unter großen Schwierigkeiten und Gefahren durch einen Dampfkutter und gekoppelte eiſerne Pontons unterhalten. Mitte Januar kam das Eis zum Stehen und konnte zum Uebergang benutzt werden; Ende Januar trat wiederum Eisgang ein, der längere Zeit anhielt; Anfang März 1878 wurde das ganze Brückenmaterial nach Dſchurdſchewo—Ruſtſchuk geſchafft und der Uebergang bei Petruſchani aufgehoben.

Bei Simniza—Siſtowa wurde Anfang Juli die erſte, und darauf Anfang Auguſt eine zweite Brücke fertiggeſtellt. Die erſte Brücke führte vom rumäniſchen Ufer zur Inſel Ada, und dann zum bulgariſchen Ufer; die zweite führte erſt zur Inſel Buſchiresko, von hier zur Inſel Ada, und dann ebenfalls ans bulgariſche Ufer. Im Winter mußten beide Brücken des Eisganges wegen abgefahren werden; der Verkehr wurde während dieſer Zeit durch Dampfſchaluppen vermittelt.

Bei Nikopolis wurde nach Einnahme der Feſtung durch die Ruſſen der Uebergang zunächſt durch Fähren vermittelt; Ende September wurde die vorher (ſeit Ende Auguſt) bei Korabia aufgeſtellt geweſene rumäniſche Pontonbrücke nach Nikopolis verlegt.

Außer den genannten während des Krieges hergeſtellten Uebergängen wurde nach Beendigung der Feindſeligkeiten Anfang März 1878 bei Dſchurdſchewo—Ruſtſchuk ebenfalls eine Brücke geſchlagen. Die über dieſen Bau bekannt gewordenen zahlreichen Einzelheiten dürften vom techniſchen Standpunkt aus nicht ohne Intereſſe ſein.

2. Die Brücke bei Braila.

Die unterhalb Braila bei Getſchet geſchlagene Brücke beſtand nach vollſtändiger Fertigſtellung aus drei Theilen.

Am rumäniſchen Ufer vermittelte ein 600 m langer Pfahlbau

Digitized by Google

die Verbindung vom feſten Uferrand durch die ſumpfige Niederung bis zum eigentlichen Strom; über dieſen ſelbſt führte eine 900 m lange Floßbrücke; am türkiſchen Ufer führte ein 1000 m langer Pfahlbau durch die ſumpfige Niederung nach dem bei gewöhnlichem Waſſerſtande trockenen Uferrand, der im Juni 1877 ebenfalls überſchwemmt war.

Die eigentliche Brücke, ſechs Mann in Front breit, ruhte auf gewaltigen Flößen, welche aus runden, feſt verbundenen Balken und einer Plankenſchicht beſtanden. Auf dieſen Flößen ſtanden Holzböcke, welche die eigentliche Fahrbahn trugen.

Zum Schutz der Brückenarbeiten war bereits am 19. Juni ein Detachement nach Getſchet übergeſetzt; am 21. Juni wurde die Brücke zunächſt auf 600 m Länge aufgeſtellt; vom 24. Juni an ſcheint ſie von Truppen wirklich zum Uebergang benutzt worden zu ſein.

Die Inſtandſetzung, zum Theil Herſtellung eines brauchbaren Weges durch die Ueberſchwemmung bis Matſchin verzögerte ſich bis zum 4. Juli.

3. Die Brücke bei Petruſchani—Battin.

Petruſchani, auf dem rumäniſchen Ufer gelegen, iſt etwa 3 km von dem wirklichen Ufer entfernt; der Weg dorthin führt durch eine bei hohem Waſſerſtande überſchwemmte Niederung und war daher auf einem Damm geführt.

Die erſte Brücke vom rumäniſchen Ufer bis zur Inſel Boatin war 470 m lang und beſtand aus 64 hölzernen Pontons mit einem aus 4 Pontons gebildeten Durchlaßgliede.

Die zweite Brücke von der Inſel Boatin zum bulgariſchen Ufer beſtand aus drei Strecken: die erſte, 480 m lange Strecke ruhte auf Pfählen, die zweite, 220 m lange Strecke ruhte auf Pontons, die dritte, 55 m lange Strecke wieder auf Pfählen.

Die Anfahrten zur Brücke ſowie der 2 km lange Weg über die Inſel Boatin waren chauſſirt.

Die bei der Brücke verwendeten Pontons waren in Rumänien gebaut und hatten eine Länge von 10 m, eine Breite von 3 m, eine Tiefe von 1 m und eine Wandſtärke von 45 mm.

Am 16. November wurde die Brücke in Gegenwart des Großfürſten Wladimir Alexandrowitſch feierlich eröffnet; die Aufſicht

und Inſtandhaltung war dem 6. Pontonnier-Halbbataillon übertragen, von welchem die 1. Kompagnie in Petruſchani, die 2. Kompagnie auf dem bulgariſchen Ufer untergebracht war.

Jede Kompagnie ſtellte täglich 2 Unteroffiziere und 15 Mann Wache für die nördliche bezw. ſüdliche Brücke; ein Offizier hatte täglich Brücken-dujour; außerdem war an jedem Ufer täglich ein Offizier kommandirt, um den Verkehr über die Brücke vom Ufer aus zu regeln.

Vom 30. November an beginnt die Donau zu ſteigen, bis zum 13. Dezember iſt ſie um faſt 3 m geſtiegen. Die Pontonſtrecken werden durch Einfahren neuer Pontons verlängert, die Pfahlſtrecken durch Aufſetzen von Böcken erhöht.

Am 16. Dezember paſſirt Kaiſer Alexander die Brücke auf der Rückkehr nach Rußland.

Zum Schutz gegen den bevorſtehenden Eisgang wurde vor jedem Ponton ein aus Balken konſtruirter Eisbrecher angebracht; um die Ankertaue gegen das Eis zu ſchützen, werden dieſelben mit 1 m langen Zinkröhren umgeben. Dieſe Röhren ſollen durch unten angebrachte Gewichte und durch oben und unten angebrachte, durch Ringe laufende Stricke ſtets ſo gehandhabt werden, daß auch bei wechſelndem Waſſerſtande die Taue ſtets $^1/_3$ m unter und $^2/_3$ m über dem Waſſer geſchützt ſind. Dieſe Röhren erweiſen ſich als ihrem Zweck nicht entſprechend; jeder Stoß eines ſchwimmenden Gegenſtandes und ſelbſt ſtarker Wellenſchlag knickt ſie ein; außerdem frieren ſie an den Tauen an und ſind nicht zu bewegen, ſo daß ſie bei eintretendem Sinken des Waſſerſpiegels alle zu hoch ſitzen. Selbſt da indeſſen, wo die Röhren richtig funktionirten, boten ſie gegen den Eisgang keinen Schutz.

Ueber die Stärke des Eisganges hatte man ſich ganz falſche Vorſtellungen gemacht. Am 18. Dezember beginnt ein ſehr ſtarker Schneefall und raſches Sinken der Temperatur; am 20. Dezember beginnt das Fallen des Waſſers, bis zum 24. Dezember iſt es um ſtark 2 m gefallen.

Vom 18. Abends bis zum 21. Morgens wüthet ein furchtbarer Schneeſturm; der Verkehr über die mit Glatteis bedeckte und ſtark hin- und herſchwankende Brücke iſt während dieſer Zeit unterbrochen; nur mit Lebensgefahr können einzelne Leute am Geländertau ſich haltend, die Brücke paſſiren.

Am 22. Dezember beginnen die erſten Vorzeichen des Eis-

ganges; der großen Wichtigkeit des Ueberganges wegen will man aber den Verſuch machen, die Brücke möglichſt lange zu halten. Am 26. tritt plötzlich ein ganz gewaltiger Eisgang ein, der ſofort mehrere Pontons fortreißt.

Mit großer Mühe wird die Brücke bis zum Abend abgefahren; 14 Pontons der nördlichen und 7 der ſüdlichdn Brücke gehen verloren.

Da man in der Geſchwindigkeit die Anker nicht hat aufnehmen können, ſo warf man alle Ankertaue ins Waſſer, nachdem man ihre oberen Enden an einem langen Quertau befeſtigt, deſſen eines Ende man am Ufer befeſtigte, um ſpäter die Taue und Anker heben zu können.

Bei Petruſchani ſtopfen ſich maſſenhafte Transporte mit Proviant und Fourage; mit vieler Mühe wird eine Verbindung über den mit gewaltigen Eismaſſen treibenden Strom in *der* Art hergeſtellt, daß Maſchinen aus je zwei gekoppelten eiſernen Pontons von einem Dampfkutter durch das Eis geſchleppt werden. Auf dieſe Weiſe werden nicht nur die aus den Wagen ausgeladenen Vorräthe, ſondern auch Pferde und Schlachtvieh hinübergeſchafft.

Am 6. Januar kommt das Eis im ſüdlichen, am 17. Januar auch im nördlichen Arm zum Stehen, ſo daß es zum Uebergang ſelbſt von Wagen benutzt werden kann.

Am 28. Januar beginnt abermals der Eisgang und damit das Ueberfahren vermittelſt des Kutters und der Pontonmaſchinen.

4. Die Brücke bei Simniza—Siſtowo.

(Siehe Fig. 5, Taf. I.)

Simniza und Siſtowo liegen einander auf etwa 3 km Entfernung gegenüber.

Das *rechte* (türkiſche) Ufer bildet einen dicht an den Fluß herantretenden ununterbrochenen Steilhang, der nur bei Siſtowo auf einigen ſteilen Pfaden, und außerdem im Thal des Tekir Tere zu erſteigen iſt, welcher Bach 2 km unterhalb der Stadt in die Donau fällt. Dicht oberhalb der Mündung wird der Bach von der nach Ruſtſchuk führenden Straße überſchritten.

Der bedeutend niedrigere *linke* (rumäniſche) Uferrand, auf welchem Simniza liegt, fällt ebenfalls ziemlich ſteil ab zu einer Niederung, welche ſich noch etwa $1^{1}/_{2}$ km breit zur Donau erſtreckt.

Digitized by Google

Dieſe Niederung iſt bei hohem Waſſerſtande überſchwemmt, im Sommer dagegen meiſt ganz leer, aber in verſchiedenen Richtungen von Waſſerarmen mit wechſelnder Breite durchſchnitten.

Von dieſen Waſſerarmen ſind beſonders zwei erwähnenswerth, von denen der eine, etwa 100 m breit, ziemlich parallel mit der Stromrichtung lief, während der andere ſenkrecht zur Donau führte. Beide Arme ſchnitten aus der Niederung eine Art Inſel heraus, welche Fiſetel genannt wurde. Außerdem bildet die Donau hier zwei wirkliche Inſeln: die eine, mehr oberhalb gelegene, Buſchiresko oder auch Cinginka genannt, hat vom linken Ufer eine Entfernung von 160 m; die andere, etwas weiter unterhalb gelegene, Ada genannt, iſt vom rechten Ufer 500 m entfernt; die Entfernung zwiſchen beiden Inſeln beträgt etwas mehr als 500 m.

Das Material, welches zum Bau der hier herzuſtellenden beiden Brücken zur Verfügung war, beſtand theils aus großen Balkenflößen, theils aus in Rumänien gebauten hölzernen Pontons von ziemlich denſelben Abmeſſungen wie die bei der Brücke von Petruſchani zur Verwendung gekommenen, theils aus Kähnen, welche, zu je zwei zuſammengekoppelt, den zahlreich auf der Aluta befindlichen Waſſermühlen zur Unterlage gedient, und welche je eine Länge von 8 m und eine Breite von 4 m hatten.

Dieſes ganze auf der Aluta bei Slatina geſammelte ungeheure Material wurde die Aluta abwärts geflößt und von der Mündung dieſes Fluſſes aus von Ende Juni bis Mitte Juli im Ganzen in elf Staffeln nach der Gegend von Simniza geſchafft.

Die jedesmal unter dem Schutz der Dunkelheit zurückgelegte gefährliche Fahrt dicht an den Kanonen der Feſtung Nikopolis vorüber ging im Ganzen überraſchend glücklich und mit nur unbedeutendem Verluſt von Statten.

Der Bau der erſten Brücke hatte bereits am 28. Juni begonnen, wurde jedoch ſehr geſtört durch einen heftigen Sturm, welcher in der Nacht vom 29. zum 30. Juni wüthete und 26 bereits eingebaute Pontons fortriß, infolge welcher Verzögerung der Brückenbau erſt am 2. Juni beendet werden konnte.

Der Bau der zweiten Brücke begann, nachdem am 18. Juli der Platz zum Brückenſchlag ausgewählt, und ſcheint am 8. Auguſt beendet geweſen zu ſein; für den Verkehr wurde dieſe Brücke erſt am 12. Auguſt eröffnet.

Ich gehe nunmehr zu den Einzelheiten dieſer beiden Brücken über.

Eine Pontonbrücke (22 Pontons) — nach anderen, wahrſcheinlich auf eine ſpätere Zeit bezüglichen Angaben eine Bockbrücke — führte zunächſt von dem eigentlichen feſten Ufer über den bei Simniza vorbeiziehenden Waſſerlauf zu der großen, „Inſel Fiſetek“ genannten Niederung.

Südlich der genannten Brücke trennten ſich die beiden zu den eigentlichen Donaubrücken führenden Wege.

Der Weg zur erſten Brücke überſchritt auf Böcken eine ſumpfige Stelle der Inſel Fiſetek und erreichte das wirkliche Donau-Ufer ungefähr dem Oſtende der Inſel Ada gegenüber. Von hier aus führte die 435 m lange nördliche Brücke (aus 95 Pontons beſtehend) zur Inſel Ada; auf dieſer Inſel wurde abermals eine ſumpfige Stelle durch eine kurze Brücke überſchritten, und ſchließlich führte die 385 m lange ſüdliche Brücke (aus 69 Pontons und 3 Böcken beſtehend) von der Inſel Ada zum bulgariſchen Ufer.

Der Weg zur zweiten Brücke überſchritt zunächſt ebenfalls eine ſumpfige Stelle der Inſel Fiſetek und erreichte das wirkliche Donau-Ufer dem Oſtende der Inſel Buſchireško gegenüber.

Die zwiſchen dem rumäniſchen Ufer und der Inſel Buſchireško liegende ſogenannte rumäniſche Brückenſtrecke hatte eine Länge von 160 m und war, vom rumäniſchen Ufer aus gerechnet, auf 3 Böcken und 14 ſchwimmenden Jochen erbaut.

Zwölf dieſer ſchwimmenden Joche beſtanden aus je zwei gekoppelten hölzernen Pontons, deren Entfernung, von Mitte zu Mitte gerechnet, nicht ganz 3 ½ m betrug. Die Entfernung zwiſchen zwei Jochen betrug, von den Mitten der betreffenden inneren Pontons aus gerechnet, ungefähr 9 m.

Die beiden letzten Joche dicht an der Inſel beſtanden aus Mühlkähnen.

Die ſogenannte mittlere Brückenſtrecke zwiſchen den Inſeln Buſchireško und Ada hatte eine Länge von 530 m und war auf 58 Jochen erbaut, von denen 1 aus einem Mühlkahn, 7 aus je zwei gekoppelten Pontons, und 50 aus Flößen beſtanden. Von dieſen Flößen beſtanden 2 aus je elf und 8 aus je neun Stämmen von etwa 25 m Länge; 40 Flöße dagegen beſtanden aus kurzen, nur je 6 m langen Stämmen, von denen je 13 nebeneinander lagen, während die Länge des Floſſes aus drei Stämmen gebildet war.

Im Allgemeinen betrug die Breite eines Floſſes ungefähr 6 m.

Die ſogenannte bulgariſche Strecke zwiſchen der Inſel Ada

Digitized by Google

und dem bulgariſchen Ufer war ebenfalls ungefähr 530 m lang und auf den aus der Aluta herbeigeſchafften Mühlkähnen — welche 58 Joche bildeten — ſowie 5 Böcken erbaut.

Die Verhältniſſe des Waſſerſtandes und des Eisganges waren hier annähernd wie bereits bei Gelegenheit der Brücke von Petruſchani beſchrieben worden.

Der Verkehr zwiſchen den in Simniza und Siſtowa etablirten Telegraphenſtationen wurde längere Zeit hindurch durch Koſakenordonnanzen vermittelt, ſpäter wurden beide Stationen durch eine über die eine (wie es ſcheint die erſte) Brücke gelegte Leitung mit einander verbunden.

5. Die Brücke bei Korabia,

welche von den Rumänen am 26. Auguſt geſchlagen wurde, beſtand zunächſt vom rumäniſchen Ufer bis zu der in der Nähe dieſes Ufers gelegenen Inſel aus einer Bockbrücke, während die Brücke von dieſer Inſel bis zum bulgariſchen Ufer auf 93 Pontons erbaut war; ſpäter wurde dieſe Brücke abgebrochen und aus demſelben Material eine Brücke bei Nikopolis geſchlagen.

6. Die nach Beendigung der Feindſeligkeiten erbaute Brücke bei Dſchurdſchewo—Ruſtſchuk.

Speziell mit der Beſtimmung, noch eine Brücke über die Donau herzuſtellen, wurden im Auguſt 1877 noch je eine Kompagnie des 1. und 2. Pontonnier-Halbbataillons mobiliſirt und nach dem Kriegsſchauplatz in Bewegung geſetzt.

Erſt im November waren beide Kompagnien in Frateſchti eingetroffen, und erſt Ende Februar 1878 traf hier das für dieſen Brückenſchlag beſtimmte Material ein: die Floßbrücke von Warſchau von 240 m Länge und die im Jahre 1864 konſtruirte Floßbrücke von Nowogeorgiewsk mit 160 Flößen.

Die einzelnen Stämme hatten eine Länge von ungefähr 15 m, diejenigen der Warſchauer Brücke eine Dicke von 36 cm, diejenigen der Nowogeorgiewsker Brücke eine ſolche von 54 cm.

Am 26. Februar begann die Ueberbrückung zwiſchen dem rumäniſchen Ufer bei Dſchurdſchewo und der Inſel Ramadan.

Die Breite dieſes Armes beträgt 120 m, die größte Tiefe 3 m, die Geſchwindigkeit der Strömung 0,7 m in der Sekunde.

Die Brücke beſtand aus 22 Flößen und wurde in vier Tagen fertiggeſtellt. Die Linie der Windanker lag 24 m, diejenige der Stromanker 36 m von der Brücke entfernt.

Am 8. März war das übrige Material theils auf der Inſel Ramadan, theils in dem linken Donau-Arm bereit geſtellt, worauf am 9. März der Brückenſchlag über den Hauptarm begann.

Das ebene Ufer der Inſel Ramadan liegt nur 1 m, das ſteile bulgariſche Ufer aber 30 m über dem Spiegel des Fluſſes. Die Breite des Hauptarmes beträgt 700 m, die größte Tiefe des Fahrwaſſers bei gewöhnlichem Waſſerſtande 13 m, die Schnelligkeit der Strömung 2 m in der Sekunde.

Mit Hülfe eines Schleppdampfers wurden am 9. März 22, am 10. März 14, am 11. und 12. März je 18 Flöße eingebaut; am 13. März 2 Durchlaßmaſchinen, jede aus drei Flößen beſtehend, und außerdem 8 gewöhnliche Flöße; am 14. März 22, am 15. März 24 Flöße. An genanntem Tage um 11 Uhr Nachts war die Brücke fertig; ſie beſtand im Ganzen aus 132 Flößen mit 132 Strom- und 66 Windankern.

Die Durchlaßöffnung hatte eine Länge von 25 m, wurde ſpäter aber der vielfachen Beſchädigungen wegen, welche durchpaſſirende Schiffe verurſachten, auf das Doppelte erweitert.

Das Oeffnen des Durchlaſſes verlangte einen Zeitaufwand von 15 Minuten; das Einfahren dauerte bei ruhigem Wetter 30—40 Minuten, bei ſtarkem Winde eine Stunde und darüber.

Zum Aus- und Einfahren waren 80 Arbeiter erforderlich das Oeffnen des Durchlaſſes fand für gewöhnlich täglich einmal ſtatt.

Zur Nachtzeit brannte mit kreuzweiſer Abwechſelung auf jedem dritten Floß eine Laterne.

Die Tragfähigkeit der anfänglich aus je 7 Balken beſtehenden Flöße war ſo gering — 196 Pud (3210 kg) — daß der Transport von Belagerungsartillerie über die Brücke nicht möglich war; zu dieſem Zweck mußte durch Vergrößerung der Balkenzahl in jedem einzelnen Floße die Tragfähigkeit deſſelben bis auf 300 Pud (4900 kg) erhöht werden.

Als eine Heerde von 50 Ochſen über die Brücke getrieben wurde und durch Unvorſichtigkeit der Führer der vorgeſchriebene Abſtand von 20 Schritten zwiſchen je zwei Paar Ochſen verloren ging, ſo daß ſämmtliche 50 Thiere ſich auf einen Haufen zuſammen-

drängten, begann die Brücke an dieſer Stelle zu ſinken, und als nun die erſchreckten Thiere alle nach einer Seite liefen, nahm die Brückenbahn an dieſer Stelle eine Böſchung von etwa 35 Grad an, ſo daß die meiſten der Thiere und einige auf der Brücke befindliche Fuhrwerke in den Strom ſtürzten und die Brücke an dieſer Stelle zerriß.

Ein furchtbarer zweitägiger Schneeſturm verurſachte bedeutende Beſchädigungen, ohne jedoch die Brücke wirklich zu zerreißen.

Als bei dem Frühjahrs-Hochwaſſer der Strom bedeutend ſtieg, mußte die Brücke durch dreizehn neu eingefahrene Flöße verlängert werden.

Später ſollte bei Ruſtſchuk eine Brücke aus Blechcylindern gebaut werden. Die theils in Dortmund theils in Paris gefertigten Cylinder hatten eine Länge von 8 m, einen Durchmeſſer von 1,2 m, die Enden waren halbkugelförmig geſchloſſen. Je vier gekoppelte Röhren ſollten ein Joch bilden; die Brücke ſollte eine doppelte Fahrbahn erhalten und die eigentliche Brückenbahn aus Eichenholz beſtehen.

Etwa 800 ſolcher Cylinder waren thatſächlich nach Ruſtſchuk geſchafft, wurden aber, ohne zu wirklicher Verwendung gekommen zu ſein, nach Rußland wieder zurückgeſchafft.

VI.

Franz Ritter v. Hauslab,

k. k. Feldzeugmeiſter.

Am 11. Februar d. J. iſt zu Wien mit dem k. k. Feldzeugmeiſter Franz Ritter v. Hauslab ein Mann aus dem Leben geſchieden, welcher nicht allein in ſeinem Heimathslande geachtet und geehrt zu werden verdiente, ſondern deſſen Name auch thatſächlich weit über Oeſterreichs Grenzen hinaus genannt und gekannt wird.

Hauslab entſtammte einer ſteieriſchen Adelsfamilie, die noch um die Mitte des vorigen Jahrhunderts auf Urkunden den Namen Hauslaib führte. Sein Vater war Offizier, diente durch einige Zeit auch bei dem Infanterie-Regimente Colloredo, machte die erſten Revolutions-Feldzüge gegen Frankreich mit, quittirte aber ſpäter den Dienſt und beſchloß ſein Leben als Privatmann in Wien. Hier wurde auch Franz v. Hauslab am 1. Februar 1798 geboren. Er erhielt den Elementarunterricht anfänglich durch einen Hauslehrer und ſpäter ein Jahr hindurch an einer Wiener Volksſchule.

Im zehnten Lebensjahre kam der junge Hauslab in die Ingenieurakademie, wo er in jedem Jahrgange zu den erſten Schülern zählte. Er würde in gewöhnlichen Zeiten eben deshalb wahrſcheinlich in das Ingenieurcorps eingereiht worden ſein. In den Kriegsjahren 1813—15 wurde aber der Lehrkurſus für jene Zöglinge, welche den Eintritt in die Armee nachſuchten, abgekürzt.

So wurde auch Hauslab, wenig über 17 Jahre alt, zum Fähnrich ernannt und in das 2. Infanterie-Regiment Kaiſer

Alexander I. von Rußland eingetheilt und machte mit dem Regimente den kurzen Feldzug (1815) gegen Frankreich mit. Nach dem Pariſer Friedensſchluſſe kam das Regiment in das Lager von Dijon, wo auch Hauslab einige Monate verbrachte.

Doch ſchon im folgenden Mai wurde der junge Offizier dem Generalquartiermeiſter-Stabe zugetheilt und bei der Mappirung in Tirol und Vorarlberg verwendet. Die von ihm im Jahre 1817 durchgeführte Aufnahme des Oetzthaler Ferner (oder vielmehr der ganzen Oetzthaler Gruppe) erregte Bewunderung und lenkte die Aufmerkſamkeit des Generalſtabschefs auf ihn. Es war dies ein Gebiet, auf welchem ſich Hauslab noch im beſonderen Grade hervorthun ſollte, und mit Recht wurde er in einem faſt ein halbes Jahrhundert ſpäter erſchienenen Werke über Terrainformation der „genialſte Mappeur“ genannt.

Im Jahre 1819 erfolgte ſeine Beförderung zum Lieutenant, und wenige Monate ſpäter zum Lehrer in der Ingenieurakademie, womit zugleich die Ueberſetzung zum Ingenieurcorps verbunden war. Er hatte die Zeit ſeines Aufenthaltes in Frankreich nicht unbenutzt verbracht, vielmehr hatte er den Leiſtungen der polytechniſchen und militäriſchen Unterrichtsanſtalten eingehende Aufmerkſamkeit geſchenkt und begann nun die gemachten Erfahrungen zu verwerthen. So trat denn der jugendliche Lehrer ſchon im folgenden Jahre mit einer hochwichtigen Reform bei der Aufnahme und Ausführung von Special- und Detailkarten hervor, indem er die bis dahin nur in Frankreich bekannte und auch dort nur ſelten angewendete Methode der Darſtellung des Terrains mit Horizontalſchichten zuerſt nur verſuchsweiſe einführte, durch die erzielten Erfolge aber den Impuls zur Anwendung dieſer Methode bei der Herſtellung ſämmtlicher Generalſtabskarten gab. Auch um die allgemeinere Anwendung der Lehmann'ſchen Schraffirmethode erwarb ſich Hauslab beſondere Verdienſte. Denn zu jener Zeit war das Schraffiren nach Lehmanns Methode allerdings ſchon bekannt, aber es wurde gewöhnlich ohne das richtige Verſtändniß ausgeführt, und die bildliche Darſtellung ließ das Original gar nicht erkennen.

Erſt Hauslabs Bemühungen gelang es, auf den Weg hinzuleiten, auf welchem man zur wahren Anſchauung der Natur und damit zur richtigen Auffaſſung und Darſtellung des Terrains gelangen konnte. Ohne dieſes Verſtändniß würde auch die vortrefflichſte Zeichenmanier werthlos bleiben. Mit Recht darf darum

Hauslab als der Begründer der neuen Schule, in welcher ihm Weis, Fligely, Scheda, Ziegler u. A. nachfolgten, betrachtet werden.

Er wurde ſchon nach wenigen Jahren zum Oberlieutenant und im Jahre 1827 zum Hauptmann befördert, während welcher Zeit ihm ſeine Thätigkeit als Lehrer, Kartograph und Mappeur, ſowie ſeine vielen anderweitigen Studien einen in immer weitere Kreiſe dringenden Namen ſchafften. So verwendete ihn Erzherzog Johann, dem gewiß zahlreiche Montaniſten von Beruf zur Verfügung ſtanden, bei der Aufnahme und geognoſtiſchen Erforſchung des ſteieriſchen Erzberges, und ſchon damals wurde ſein Rath ſowohl von einzelnen Perſönlichkeiten als von verſchiedenen Geſellſchaften eingeholt. Kurz vor der Schlacht bei Navarin wurde Hauslab der öſterreichiſchen Flottenabtheilung in der Levante zugetheilt und, da es zu dem erwarteten Angriffe der dortigen Küſtenforts nicht kam, der Geſandtſchaft in Konſtantinopel zugewieſen.

Hauslab fand hier ein reiches Feld zur Anwendung und noch mehr zur Vermehrung ſeines Wiſſens; mit ungewöhnlichem Eifer und Erfolg wendete er ſich dem Studium und der Erforſchung der Sprachen, Verhältniſſe und Zuſtände des Orients zu, und ſchon nach zweijährigem Aufenthalte dortſelbſt wurde er von dem hierin gewiß competenten Hammer-Purgſtall für einen vorzüglichen Orientaliſten erklärt. Er ſollte in ſpäterer Zeit durch den Erfolg, mit welchem er mehrere Miſſionen nach dem Orient erledigte, die Richtigkeit dieſes Urtheils beſtätigen.

Nach ſeiner Rückkehr von Konſtantinopel ſetzte Hauslab ſeine Thätigkeit an der Ingenieurakademie fort, betrieb aber zugleich ſeine eigene höhere Ausbildung mit unermüdetem Eifer, indem er die Vorträge der damaligen Matadore der Univerſität und der Polytechnik in Wien, wie z. B. eines Baumgartner, Chaquin, Mohs und Meißner, beſuchte und zu den ſtändigen Beſuchern der vorzüglichſten Bibliotheken und Sammlungen zählte. Sowie er ſeine ganze Zeit dem Studium widmete, ſo wendete er jetzt und in der Folge den größten Theil ſeines Einkommens dem gleichen Zwecke und der Erwerbung ſeltener Bücher, Pläne und der mannigfaltigſten Kunſtgegenſtände zu, wobei er jedoch in einer nur bei wenigen Sammlern zu findenden rationellen Weiſe vorging. Seine Bibliothek und ſeine Sammlungen galten ſchon zwanzig Jahre ſpäter als

beſondere Merkwürdigkeiten und ſollten endlich europäiſchen Ruf erlangen.

Dabei fand Hauslab auch noch Zeit zu produktiver Thätigkeit, und ſo verfertigte er neben einigen geognoſtiſchen und archäologiſchen Abhandlungen während einer längeren Urlaubsreiſe eine Karte von Steiermark, die allerdings das beſte bis dahin geſchaffene Werk dieſer Art war, jedoch nicht in die größere Oeffentlichkeit gelangte, da nur eine geringe Zahl von Exemplaren abgezogen wurde.

Er wurde nun nach mehreren Dienſtverwendungen von kürzerer Dauer dem Hofſtaate des Erzherzogs Carl zugetheilt und mit der Leitung des militäriſchen Unterrichtes der Söhne desſelben, der Erzherzöge Albrecht (des jetzigen Feldmarſchalls), Carl Ferdinand und Friedrich, betraut. Während der fünf Jahre, die Hauslab in dieſer ehrenvollen Verwendung verbrachte, wurde ſeine Thätigkeit noch in verſchiedener anderer Weiſe in Anſpruch genommen. So wurde er dem Achmed Fethi Paſcha, als dieſer die Glückwünſche des Sultans zur Thronbeſteigung des Kaiſers Ferdinand I. überbrachte, beigegeben und begleitete denſelben auf der Reiſe durch Oeſterreich und Steiermark und bei der Beſichtigung vieler militäriſcher und techniſcher Anſtalten.

Zwei Jahre ſpäter wurde Hauslab an den Hof des Sultans Abdul Medſchid geſendet, um dieſem die Geſchenke des Kaiſers zu überbringen. Er ging von da zu den großen ruſſiſchen Manövern bei Wosneſensk, bereiſte hierauf die ruſſiſchen Militärkolonien, die Krim und kehrte, indem er in Konſtantinopel, Smyrna, Syra, Athen und auf den joniſchen Inſeln kürzere oder längere Zeit verweilte, nach Trieſt und von da nach Wien zurück. Hier wurde er mit der Leitung des Unterrichtes der türkiſchen Offiziere, welche der Sultan zu ihrer Ausbildung nach Oeſterreich geſchickt hatte, betraut und kam dieſer Aufgabe unbeſchadet ſeiner vielfachen anderen Dienſtverwendungen bis zu ihrer Beendigung nach.

Sein Wiſſen und ſein Streben hatten nun auch außerhalb Oeſterreich Beachtung und Anerkennung gefunden. Die geologiſche Geſellſchaft in Paris hatte ihn bereits 1834 zu ihrem Mitgliede ernannt, und bald folgten die Diplome verſchiedener anderer gelehrten Geſellſchaften und Vereine, ſowie mehrere in- und ausländiſche Ordenszeichen. Im Jahre 1835 war Hauslab Major, 1840 Oberſtlieutenant und im Jahre 1843 Oberſt im Generalſtabe

geworden. In letzterem Jahre wurde ihm die ehrenvollſte und jedenfalls wichtigſte aller Aufgaben, welche ihm bisher geworden, übertragen. Nachdem er auch den jüngſten Sohn des Erzherzogs Carl, den Erzherzog Wilhelm (nunmehrigen General-Artillerie-inſpektor) ſowie die Prinzen Friedrich und Ludwig von Baden in den militäriſchen Wiſſenſchaften unterrichtet hatte, erhielt er die Miſſion, die zwei älteſten Söhne des Erzherzogs Franz Carl, den gegenwärtigen Beherrſcher von Oeſterreich und den verewigten Kaiſer von Mexiko, in den militäriſchen Fächern zu unterrichten und die Leitung ihrer geſammten weiteren Ausbildung zu übernehmen. Unter den zahlreichen von verſchiedenen Fürſtenerziehern ad usum delphini verfaßten Büchern und Eſſays entſprach wohl keines ſo vollkommen ſeinem Zwecke als der von Hauslab dem Hofe vorgelegte und dann auch durchgeführte Lehr- und Erziehungsplan. Auf fünf Jahre war Letzterer berechnet, und als dieſe geſetzte Friſt verſtrichen war, war das Jahr 1848, welches den älteſten Zögling Hauslabs auf den Thron berufen ſollte, herangekommen. Zugleich kam die Beförderung Hauslabs zum Generalmajor, als welcher er zuerſt eine Infanteriebrigade in Brünn erhielt.

Die ſich überſtürzenden Ereigniſſe in Wien mußten indeſſen den daſelbſt noch befindlichen kaiſerlichen Prinzen den Aufenthalt verleiden, und ſo reſignirte auch Erzherzog Wilhelm auf die Artilleriebrigade, welche er ſeit dem Herbſt des vorigen Jahres befehligt hatte. An ſeine Stelle wurde Hauslab berufen. Es war dieſes ein entſcheidender Wendepunkt in ſeinem Leben.

Infolge des Oktoberaufſtandes wurde Wien von den kaiſerlichen Truppen verlaſſen, und an der darauf folgenden Wiedereinnahme der Stadt hatte Hauslab einen wichtigen Antheil, da er theils die Ausrüſtung der Artillerie aus den in der Umgebung (Türkenſchanze, Simmering, Neugebäude) befindlichen Depots beſchleunigte, theils die zweckmäßige Verwendung der Artillerie anordnete. Schon hier zeigte ſich die Richtigkeit ſeines Grundſatzes, daß die raſche und überwältigende Wirkung der Artillerie auf dem entſcheidenden Punkte zum Siege führen müſſe. Denn während die gegen die Leopoldſtadt vorrückenden Truppen nur unter ziemlich empfindlichen Verluſten, weil hier eben kein Platz für die Entwicklung der Artillerie war, Terrain gewinnen konnten, und an den anderen Punkten das Gefecht mehr demonſtrativ geführt wurde, führte die bei der St. Marxer Linie verfügte Zuſammenziehung

mehrerer Batterien (worunter eine auf Hauslabs Betreiben nur wenige Tage früher zuſammengeſtellte Batterie von achtzehnpfündigen Feldkanonen) binnen einer Stunde die Entſcheidung herbei.

Nach der Einnahme der Hauptſtadt war Hauslab zunächſt bei der Organiſation der Artillerie der nach Ungarn beſtimmten Armee und der erforderlichen Nachſchübe, dann aber bei den Entwürfen für das anzulegende Arſenal thätig, ſowie er auch ſpäter als Präſes den begonnenen Bau leitete. Wenn die Idee der Anlage des Arſenals zunächſt dem Feldzeugmeiſter v. Welden, und in zweiter Linie dem damaligen Chef des Artillerieweſens, dem Feldmarſchall-lieutenant v. Auguſtin zugeſchrieben wird, ſo war Hauslabs Verdienſt nicht geringer, da er der ziemlich unklaren Idee Geſtalt verlieh und den Plan des rieſigen Baues in ſeinen Hauptzügen entwarf.

Die erſte Periode des ungariſchen Feldzuges endete bekanntlich für die öſterreichiſche Armee nicht glücklich. Und obwohl die öſterreichiſche Artillerie in Bezug der Ausbildung ihrer Offiziere und Mannſchaft der ungariſchen Artillerie weit voranſtand, ſo wurde doch auf öſterreichiſcher Seite über die Ueberlegenheit der ungariſchen Artillerie geklagt. Hauslabs ſcharfer Blick erkannte jedoch ſofort, daß dieſe Ueberlegenheit keineswegs der Zahl der Piecen oder der angeblich großen Zahl ſchwerer Batterien, ſondern einfach der unzweckmäßigen Vertheilung und mangelhaften Verwendung der öſterreichiſchen Artillerie beizumeſſen war. Denn die Batterien waren theils bei der ganzen Armee verzettelt, theils wurden die bei der Geſchützreſerve eingetheilten Batterien einzelweiſe zur Verſtärkung der verſchiedenen Brigaden entſendet oder in einer ſolchen Entfernung von der Armee zurückbehalten, daß an ihr rechtzeitiges Eintreffen auf dem Schlachtfelde nicht zu denken war. Dieſe in einem von Hauslab abgegebenen Gutachten ausgeſprochenen Anſchauungen trugen dazu bei, daß gerade er zum Feldartillerie-Direktor der unter Haynaus Oberbefehl geſtellten Armee ernannt wurde.

Schon bei Raab zeigte ſich die Zweckmäßigkeit der von ihm getroffenen Maßregeln, obgleich es hier noch nicht zu einem entſcheidenden Eingreifen der Artilleriereſerve kam. In zwei Abtheilungen gegliedert, folgte Letztere nun der Hauptarmee auf ihren forcirten Märſchen und ſtets ſo geleitet, daß ſie im Bedarfsfalle ſofort eingreifen konnte, und andrerſeits bei einem Rückzuge der

Train weder hinderlich noch gefährdet war. Die Artillerie der feindlichen Hauptarmee war an Zahl ſtärker, dennoch gelang es, ihr gegenüber an dem entſcheidenden Punkte mit zermalmender Ueberlegenheit aufzutreten. Daß Solches geſchah, war faſt einzig Hauslabs großes Verdienſt. Die Art, in welcher er ſeine Batterien bei Szöreg ſo zu ſagen ohne Vorbereitung und wie mit einem Schlage an den Feind brachte, war allerdings gewagt, aber ſie paßte zu der ganzen Operationsmethode des kaiſerlichen Heerführers. Und Letztere war wieder nur unter der kräftigſten Mitwirkung der Artillerie möglich und zugleich nothwendig.

Schon war Arad gefallen. Wäre nun Haynau nicht ſo blitzſchnell von Peſt zu dem Entſatze Temesvars hinabgeeilt, ſo fiel auch dieſer Platz, wodurch die ungariſche Armee eine vortreffliche Stellung erhielt und die Vereinigung mit der Armee Görgeys und den Trümmern der ſiebenbürgiſchen Armee abgewartet, dann aber die öſterreichiſche Hauptarmee geſchlagen und der Krieg endlos in die Länge gezogen werden konnte. Hauslab ging in die Ideen ſeines Feldherrn ſo ein, wie es eben nur von dem vortrefflichſten Generalſtabschef verlangt werden kann. Sein Verfahren leitete zum Siege von Szöreg — deſſen Bedeutung um ſo höher angeſchlagen werden muß, weil ſoeben Klapka ſeinen glücklichen Ausfall aus Komorn ausgeführt hatte und die Nachricht davon für die von einem Echec betroffene öſterreichiſche Armee leicht die verderblichſten Folgen haben konnte.

Noch entſcheidender war der Tag bei Temesvar, und noch hervorragender war die Rolle, welche die Artillerie in dieſem Kampfe ſpielte. Hauslab verwendete ſeine Batterien in einer Weiſe, wie man es ſeit den Zeiten des Generals Senarmont und der anderen napoleoniſchen Artilleriegenerale nicht geſehen hatte, und ſein Verdienſt war um ſo größer, da er der Abſicht ſeiner Gegner, welche ihre Artillerie ebenfalls vereinigen wollten und dann eine vielleicht noch größere Geſchützzahl zuſammengebracht haben würden, zuvorkam, und dadurch den Sieg mit außerordentlich geringen Opfern erkaufte. Das Kreuz des Maria-Tereſienordens war die wohlverdiente Belohnung des Generals, von deſſen reichem Ordensſchmucke auch nur dieſer eine Orden ſpeziell angeführt werden möge.

Die Anordnungen zur Uebernahme des maſſenhaft eroberten Artilleriematerials und zur Wiederarmirung der ſtark mitgenommenen feſten Plätze war die nächſte Sorge Hauslabs, welcher

bald darauf nach Widdin entſendet wurde, um die Rückkehr der auf türkiſches Gebiet geflüchteten Inſurgenten zu erlangen. Seinem Zureden und einer von ihm verfaßten Proklamation gelang es, die Mehrzahl der Flüchtigen, gegen 5—6000 Mann, zum Aufgeben ihrer feindlichen Abſichten, zum Niederlegen der Waffen und zur Rückkehr in die Heimath zu bewegen, zugleich aber auch den Paſcha von Widdin dahin zu bringen, daß er nicht nur jede weitere Feindſeligkeit des Reſtes der Flüchtlinge verhinderte, ſondern auch deren ſucceſſive Internirung nach den aſiatiſchen und ſüdtürkiſchen Provinzen durchführte.

Nach der Rückkehr wurde Hauslab zum Feldmarſchallieutenant und bald darauf zum Feldartilleriedirektor der erſten Armee in Wien ernannt. Hier im Sitze der Centralbehörden war es, zumal da Hauslab ſchon damals der rangälteſte General nach dem Artilleriedirektor Auguſtin war, ſelbſtverſtändlich, daß er bei dem Entwurfe der neuen Artillerieorganiſation und bei vielen anderen wichtigen Fragen zu Rathe gezogen und ihm die Oberleitung der meiſten bei Wien abgehaltenen Verſuche übertragen wurde. Sein Wort war von ſchwerwiegender Bedeutung, wenn auch nicht immer ſo entſcheidend, als es zu erwarten und zu wünſchen geweſen wäre. Doch fehlte es auch nicht an Reformen und Verſuchen, welche nur auf ſeine Anregung durchgeführt wurden.

Er erkannte ganz richtig, daß das todte Material der Artillerie ein veraltetes war und daß alle Reorganiſationen der Artillerietruppe nicht den erwarteten Erfolg haben konnten, ſo lange nicht auch beſſere Geſchütze eingeführt wurden. Er glaubte in der Anwendung der eben damals durch den Oberſten v. Lenk weſentlich verbeſſerten Schießbaumwolle den kürzeſten Weg zur Erreichung des beabſichtigten Zieles gefunden zu haben. Nur mit großer Mühe ſetzte Hauslab es durch, daß die Verſuche in ausgedehnterem Maße vorgenommen wurden; aber es ſcheint, daß dieſe Verſuche nicht immer in der Weiſe, wie es Hauslab verlangt hatte, durchgeführt wurden. Die genaue Geſchichte der Schießbaumwollaffaire würde gewiß höchſt intereſſant ſein. Man war mit den durch die erſten Verſuche erlangten Reſultaten höchlich zufrieden und ging ſofort an die Aufſtellung ganzer Batterien, um dann, als ſich die Rohre nicht hinreichend widerſtandsfähig erwieſen, zaghaft vor jedem weiteren Experimente zurückzuſchrecken und die Schießwolle gänzlich zu abandonniren.

Die gerade zu dieſer Zeit (1854) durchgeführte neue Organiſation der Artillerietruppe, welche Hauslabs Thätigkeit beſonders in Anſpruch nahm, mochte die raſche Beſeitigung der Schießwolle befördert haben. Das von dem Artilleriecomité entworfene ſogenannte „Projektsmaterial“ — im Ganzen wie im Detail dem damaligen preußiſchen Geſchützſyſtem ähnlich — ſollte an die Stelle der Schießwollgeſchütze treten, und auch hier entwickelte Hauslab, welcher die diesbezüglichen Verſuche auf dem Steinfelde bei Wr. Neuſtadt leitete, eine unermüdliche Thätigkeit, um nur möglichſt raſch zu einem poſitiven Reſultate zu gelangen.

So wie es eine Zeit gegeben hatte, in welcher man dem Raketenweſen eine mehr als gebührende Aufmerkſamkeit geſchenkt hatte, ſo ſchien jetzt die Artillerie (und zwar nicht die öſterreichiſche Artillerie allein) alles Heil von dem Shrapnelfeuer zu erwarten und alle Mühe auf die Vervollkommnung der Shrapnels verwenden zu müſſen. Auch hier erkannte Hauslab das Richtige, und er warnte ernſtlich vor der weitern Verfolgung des eingeſchlagenen Weges.

„Die Artillerie“, ſagte Hauslab, „muß ihre Stärke in der Percuſſion ſuchen. Sie hat bis jetzt dem ſichern und weittragenden Schuß der Infanterie bloß das Shrapnel entgegengeſetzt. Dieſes aber iſt eigentlich nur ein weiter reichender Kartätſchenſchuß. Bald wird das Geſchoß des Infanteriſten ſo weit reichen als die Kugel ſelbſt des ſchweren Feldgeſchützes. Das Gleichgewicht iſt geſtört und wird nur dann wieder hergeſtellt werden, wenn der Kanonier verhältnißmäßig jetzt um eben ſo viel weiter als vor zwanzig Jahren ſchießen wird.“ Aber man wollte von den gezogenen Geſchützen, auf welche Hauslab wiederholt hindeutete, nichts hören und ſchien die Reſultate der in Frankreich angeſtellten Verſuche für übertrieben zu halten.

Endlich erreichte Hauslab, daß ihm zwei alte eiſerne Geſchütze zu den auf ſeine Verantwortung vorzunehmenden Vorverſuchen überlaſſen wurden. Das eine Geſchütz wurde gezogen, während bei dem andern Rundgeſchoſſe mit verſchiedenen Gattungen von Spiegeln und Patronen verſucht werden ſollten. Das Zerſpringen des einen Geſchützes beendete den in mehrfacher Beziehung ſehr intereſſanten Verſuch.

Da trat ein neuer Wendepunkt in Hauslabs Schickſal ein. — Feldzeugmeiſter v. Auguſtin mußte wegen zunehmender Alters-

ſchwäche um Enthebung von ſeiner Stelle als General-Artillerie-direktor bitten und ſtarb auch wenige Wochen darauf. An ſeiner Stelle wurde Hauslab berufen. Nun war Letzterem die Gelegenheit gegeben, die ſeit langer Zeit als nöthig erkannten Reformen, vor Allem aber ein beſſeres Geſchützſyſtem einzuführen — leider aber wurde ihm wenigſtens nicht jetzt die Zeit dazu geboten. Denn wenige Wochen nach Hauslabs Amtsantritte hielt Napoleon ſeine berühmte Neujahrsanſprache und — die öſterreichiſche Artillerie mußte mit einem Material, von welchem drei Viertheile noch dem Syſtem aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts angehörten und das letzte Viertel ebenfalls nicht den erhöhten Anforderungen der Neuzeit entſprach und zudem der Mannſchaft ziemlich unbekannt war, in den Kampf gehen. Zudem ſchienen die Grundſätze, nach welchen Hauslab die Artillerie verwendet hatte, gänzlich vergeſſen worden zu ſein. Er ging, als die erſten Unfälle eine Vermehrung der Armee oder vielmehr die Aufſtellung einer zweiten Armee nothwendig machten und der Kaiſer den Oberbefehl übernehmen wollte, nach Italien und nahm an der Schlacht bei Solferino Theil. Er ſoll hier ſchon im Laufe des Vormittags die Bemerkung gemacht haben, daß es an der Zeit wäre, der Armee-Geſchützreſerve den Befehl zum Vorrücken zu ertheilen. Und gewiß wäre das Eingreifen dieſer gewaltigen Geſchützmaſſe von entſcheidender Wirkung geweſen. Sei es nun aber, daß dieſer Rath nicht beachtet oder gehört wurde oder daß nach einer andern Verſion der Ueberbringer des Befehles verunglückte, genug — die Geſchützreſerve rückte nicht vor und wäre, als ihr endlich der (zweite oder dritte) Befehl zukam, auch nicht mehr im Stande geweſen, durch die Maſſen der retirirenden Truppen vorwärts, geſchweige denn rechtzeitig auf dem Gefechtsfelde anzukommen.

Hauslab, der nun aus eigener Anſchauung die Wirkung der gezogenen Geſchütze kennen gelernt, ſetzte alle ſeine Thätigkeit daran, ein zeitentſprechenderes Geſchützmaterial zu ſchaffen. Um wenigſtens für den erſten Moment eine Aushilfe zu ſchaffen, wurde eine Anzahl glatter Rohre nach dem Syſtem La Hitte in gezogene Geſchütze umgewandelt. Zugleich wurden die Verſuche zur Herſtellung eines neuen Geſchützſyſtems mit allem Eifer begonnen, wobei man jedoch nur einen Vorderlader im Auge hatte. Dieſe Aufgabe wurde — inſofern es ſich um das Innere der Rohre handelte — ebenſo bald als glücklich gelöſt, und das Keilzugrohr durfte unter den da-

maligen Vorderladungs-Syſtemen ob ſeiner Einfachheit und Zweckmäßigkeit den erſten Rang beanſpruchen, und das nachmalige Bogenzugſyſtem ging eigentlich nur aus dem Keilzugſyſtem hervor. Ebenſo bald kam man mit der Einrichtung der Geſchoſſe und der Zünder ins Reine. Nur der Verſuch, auch ein anderes Triebmittel zu verwenden, führte nicht zum Ziele.

War auch die Schießwolle von der praktiſchen Anwendung ausgeſchloſſen worden, ſo hatte man ſich doch noch immer mit ihr befaßt, und gerade in letzter Zeit hatte man einige weſentliche Verbeſſerungen erzielt. Es lag nun nahe, daß man für das neue Geſchütz auch ein neues Triebmittel verwendete, und die Eigenſchaften der Schießwolle ſchienen dieſelbe gerade für das gezogene Geſchütz in beſonderem Grade zu empfehlen. Hauslab ergriff dieſe Idee mit aller Wärme, doch ſollte die Sache ſo wie bei dem erſten Experimente enden, wovon freilich die Schuld nicht ihm beizumeſſen war. Man rüſtete nach den erſten erlangten günſtigen Reſultaten eine anſehnliche Zahl Batterien mit Schießwoll-Geſchützen aus, um, als ſich einige Uebelſtände zeigten, die Schießwolle wieder gänzlich bei Seite zu legen. Es wurde nun mit dem Bogenzugſyſtem experimentirt und dieſes unter Hauslabs Nachfolger auch definitiv eingeführt.

Denn Hauslabs Geſundheit, durch die Aufregungen der letzten Jahre, durch phyſiſche und noch mehr durch geiſtige Anſtrengung erſchüttert, verlangte Schonung und Ruhe. Die Ernennung zum Feſtungskommandanten in Prag ſollte den diesfälligen Wunſch des Generals erfüllen. Eine Sinekure dieſer Art aber konnte einem Hauslab nicht zuſagen. Er ſuchte daher um die Verſetzung in den Ruheſtand an, die ihm unter Verleihung des Feldzeugmeiſtertitels (er war an der Tour zur Beförderung) gewährt wurde. Bald darauf erfolgte ſeine Berufung in das Herrenhaus, ſowie zum Kurator des Muſeums und zum Mitgliede der ſtatiſtiſchen Zentralkommiſſion, ſowie er ſpäter zum außerordentlichen Mitgliede der Donau-Regulirungskommiſſion und (für ein Jahr) zum Präſidenten der geographiſchen Geſellſchaft gewählt wurde.

Doch ſchon im Jahre 1865 wurde Hauslab wieder in die Aktivität verſetzt, indem er unter gleichzeitiger Ernennung zum wirklichen Feldzeugmeiſter mit der oberſten Leitung ſämmtlicher militär-wiſſenſchaftlichen Comités und Anſtalten betraut und nach

dem Feldzuge von 1866 auch in die Kommiſſion zur Durchführung der Heeresreorganiſation berufen wurde. Er machte ſich um letztere in mehr als einem Punkte verdient und trat nach Beendigung dieſes Werkes in den bleibenden Ruheſtand.

Doch blieb der greiſe General auch jetzt noch fortwährend thätig, und ſo wie ſein ganzes bisheriges Leben, ſo war auch die Zeit ſeiner Zurückgezogenheit (die er in Wien verbrachte) der Wiſſenſchaft gewidmet. Die Theilnahme an den Berathungen der zahlreichen wiſſenſchaftlichen Körperſchaften, deren Mitglied er war, ſowie die Korreſpondenz mit denſelben und mit zahlreichen Notabilitäten des In- und Auslandes, ſowie die angeſtrengteſten Studien und Forſchungen nahmen ſeine Zeit vollauf in Anſpruch. Leider wurde er in den letzten fünf Jahren hierin nur zu häufig durch ein ſchweres körperliches Leiden gehindert.

Was Hauslab für die Mappirung und Kartographie geweſen, wurde bereits angedeutet, und ebenſo hatte er als Geograph ausgezeichnete Verdienſte. Als Erzherzog Maximilian die verhängnißvolle Kaiſerkrone von Mexico annehmen wollte, fragte er ſeinen einſtigen Lehrer um einige Verhältniſſe ſeines künftigen Reiches. Und Hauslab gab aus dieſem Anlaſſe im Vereine mit Streffleur eine in den kleinſten Details übereinſtimmende Darſtellung der geologiſchen und geographiſchen Verhältniſſe des Landes und bezeichnete mit ſicherem Blick die zur dauernden Beſitznahme und zur Eröffnung des Verkehrs wichtigſten Punkte.

Höchſt bedeutend waren ſeine Kenntniſſe in der Geſchichte überhaupt, ſpeziell aber in der Geſchichte des Kriegsweſens und in der Geſchichte ſeiner Vaterſtadt Wien, ſowie er auch zu den bedeutendſten Archäologen zählte. Er ſchrieb auch ein — beſonders in militäriſcher Beziehung höchſt ſchätzbares — Geſchichtswerk über Wien, das aber leider gänzlich vergriffen iſt.

Seine Erholung nach den verſchiedenſten Anſtrengungen und Aufregungen war die Beſchäftigung mit ſeinen verſchiedenen Sammlungen und der Aufenthalt in ſeiner Bibliothek, für deren Vermehrung er keine Mühe und keine Koſten ſcheute. Gleichwohl iſt es faſt unbegreiflich, wie während der Dauer eines Menſchenlebens und mit den verhältnißmäßig doch nur beſcheidenen Mitteln eines Privatmannes ſolche Schätze zuſammengebracht werden konnten.

Wäre Hauslab auch nicht durch ſeine militäriſchen oder wiſſenſchaftlichen Verdienſte bekannt geworden, ſo würde er durch

die Gründung und den Beſitz einer einzigen ſeiner Sammlungen berühmt geworden ſein. Dazu muß bemerkt werden, daß dieſe Sammlungen in den letzten zwanzig Jahren nur geringe Vermehrungen erhalten, ja ſchon vor faſt dreißig Jahren nahezu ihren jetzigen Umfang beſeſſen haben. Doch drang erſt ſeit dieſer Zeit die Kunde von der Exiſtenz dieſer Sammlungen in weitere Kreiſe.

Begreiflich erweckten die Kunſtgegenſtände und kulturhiſtoriſchen Merkwürdigkeiten die meiſte Bewunderung nicht nur der großen Menge, ſondern auch der Dilettanten und Amateure des verſchiedenſten Schlages. Viele Gegenſtände wurden zeitweiſe in dem allgemeinen und im orientaliſchen Muſeum, ſowie in verſchiedenen Ausſtellungen exponirt. Doch wurde die Sammlung dieſer Gegenſtände, wenn auch koſtbare und ſeltene Stücke enthaltend, begreiflicherweiſe von den öffentlichen Sammlungen überboten, und ſie ſteht in keinem Vergleich zu der Sammlung von Plänen, Karten und Handzeichnungen, und beſonders zu der Bibliothek, welche ſchon vor zwanzig Jahren bei 14 000 Bände zählte. Die Sammlung der Karten, Pläne und Zeichnungen iſt beſonders reich an auf die Geſchichte von Wien bezugnehmenden Stücken. Als im Jahre 1873 anläßlich der Wiener Weltausſtellung eine hiſtoriſche Ausſtellung der Stadt Wien nächſt der Ringſtraße veranſtaltet wurde, machten die vom Feldzeugmeiſter Hauslab ausgeſtellten Gegenſtände nahezu den dritten Theil der ganzen Sammlung aus. Selbſt das ſtädtiſche Archiv von Wien wird in dieſer Beziehung von der Hauslab'ſchen Sammlung weit überboten. Doch wird auch letztere von der Bibliothek des Verewigten noch weit überragt. Dieſelbe darf, was die Seltenheit einiger Exemplare und die Reichhaltigkeit in gewiſſen Fächern betrifft, den Wettſtreit mit den größten öffentlichen Bibliotheken nicht ſcheuen. Hauslab, der mit ſeinen Schätzen gewiß nicht zu prahlen pflegte, bemerkte einſt, als von älteren Reglements die Rede war, daß er in dieſem Fache beſſer als die Kriegsbibliothek verſehen ſei. (Außer Fronſperger, Wallhauſen, Baſta und vielen anderen Werken ähnlicher Art war darunter auch ein ſehr gut erhaltenes Solms'ſches Reiterreglement.)

Sehr reich war die Bibliothek auch an Werken in türkiſcher, perſiſcher und arabiſcher Sprache. Elzevire und Aldiniſche Drucke, dieſe von den meiſten Bibliophilen ſo ſehr geſchätzten und geſuchten Seltenheiten, waren allerdings in dieſer Bibliothek nicht zahlreich, deſto reicher aber war dieſelbe an auf die Ent-

wicklung des Kriegswesens und besonders der Artillerie bezugnehmenden Werken, und die Hauslab'ſche Sammlung war in dieſer Beziehung vielleicht allen beſtehenden Bibliotheken voran. Ihr Reichthum an artilleriſtiſchen Manuſkripten und Inkunabeln iſt geradezu ſtaunenswerth. So finden ſich ſieben bis acht Exemplare des vielgenannten „Feuerwerksbuches“ und der von ſpäteren Büchſenmeiſtern unter verſchiedenen Titeln vollendeten Umarbeitungen desſelben.

Hauslab war, ohne je im Entfernteſten nach Popularität zu ſtreben und im Gegentheile von einer faſt übergroßen Beſcheidenheit erfüllt, thatſächlich eine populäre Perſönlichkeit. Die Nachricht von ſeiner Erkrankung erregte in den weiteſten Kreiſen die wärmſte Theilnahme, und es mag beſonders hervorgehoben werden, daß faſt alle Blätter, welcher Parteirichtung dieſelben auch immer angehören mochten, ſeiner in der ehrendſten Weiſe gedachten. Es iſt ein ſeltener Fall, daß der wahre Gelehrte ſchon bei Lebzeiten von der großen Maſſe gekannt und geſchätzt wird.

Von Perſon war Hauslab über Mittelgröße und ziemlich kräftig gebaut, eine ſtramme Soldatengeſtalt, und erſt in den letzten Jahren pflegte er den Kopf etwas ſeitwärts geneigt zu halten. Die hohe, den tiefen Denker verrathende Stirne und der lange ſchneeweiße Schnurrbart gaben ſeinem Angeſicht etwas ungemein Ehrwürdiges, während ſeine Augen Wohlwollen und hohe geiſtige Ueberlegenheit ausdrückten. Im gewöhnlichen Verkehr war er ruhig und nicht ſonderlich beredt, kam aber die Rede auf ein wiſſenſchaftliches Thema, ſo konnte er ſehr lebhaft werden, und ſein Vortrag war dann fließend und überzeugend.

Er war, wie wenige Wochen vor ſeinem Tode eine Wochenſchrift bemerkte, ein Mann, auf welchen Oeſterreich ſtolz ſein konnte. Doch verdient ſein Andenken nicht nur in ſeinem Vaterlande, ſondern von allen Gebildeten, und beſonders von den Männern der beiden Waffen, denen Hauslab angehörte, der Artillerie und des Geniewesens, geehrt zu werden.

A. Dittrich,
k. k. Landwehrhauptmann.

Digitized by Google

Kleine Mittheilungen.

2.

Land-Torpedos.

In Europa waltet Friede. Alle Welt faßt dieſen Frieden als einen Zwiſchenakt auf und die geſchloſſenen Pforten des Janustempels als den Zwiſchenakts-Vorhang, hinter welchem Theatermeiſter und Maſchiniſten aufs Emſigſte den nächſten großen Akt der Welttragödie vorbereiten. Die altbewährten Aktionsmittel, perſonelle und materielle, Menſchen wie Maſchinen, werden allerorten nach Menge und Güte geſteigert, aber auch neue dergleichen in Ausſicht geſtellt. Unter dieſen iſt die bedeutendſte Rolle dem „Torpedo" im umfaſſendſten Sinne dieſes Kunſtwortes zugedacht. Daſſelbe nimmt offiziell die Marine für ſich in Anſpruch und wollte es auf diejenigen den Gegner durch Sprengwirkung ſchädigenden Apparate beſchränkt wiſſen, mit denen man angriffsweiſe verfährt, auf den Gegner losgeht, während man für alle Vorbereitungen von Sprengwirkungen, die an einen Ort gebunden ſind, zu denen der Gegner kommen muß, die alſo Vertheidigungsmittel ſind, den althergebrachten Namen „Minen" anwenden ſollte.

Der Sprachgebrauch und die Preſſe ſcheinen aber ſtärker als Logik und Wiſſenſchaft; mit dem Namen „Torpedo" belegt man alle auf Schädigung des Gegners abzielenden Sprengwirkungen, die nicht durch Hohlgeſchoſſe vermittelt werden, die von der Artillerie aus Geſchützen entſendet werden. Ein wirklich neues Kriegsgeräth ſind die eigentlichen oder Angriffstorpedos, insbeſondere die automatiſchen, wie der Fiſchtorpedo, der Geſchütz und Geſchoß zu-

gleich iſt; nur ein neuer Name für eine alte Sache iſt die Bezeichnung „Landtorpedo“, wofür man eben ſo treffend „Feldmine“ gebrauchen könnte.

Minen, Flatterminen, Fougaden oder Fougaſſen, Steinminen oder Erdmörſer, vergrabene Bomben — figuriren in den älteſten Lehrbüchern als ſehr wirkſame „Hindernißmittel“ der Feld- und proviſoriſchen Befeſtigung. Sie waren auch ſtets als unheimlicher tückiſcher Gegner von allen Soldaten gefürchtet.

Wer es vorzieht, die Feldmine von jetzt ab Landtorpedo zu nennen, kann allerdings den Umſtand dafür geltend machen, daß vorausſichtlich das alte Princip in ſo geſteigerter Ausdehnung und erhöhter Wirkſamkeit zur Anwendung kommen wird, daß es wie ein neues Kampfelement erſcheint und deshalb auch einen neuen Namen rechtfertigt. Die bezeichnete Steigerung iſt durch dreierlei ermöglicht: durch die Einführung von Sprengſtoffen, die an Briſanz, an Zündſchnelle, das alte Schießpulver ſo bedeutend übertreffen, daß ſie ohne Verdämmung verwendet werden können; zweitens durch die elektriſche Zündung; drittens durch die Vervollkommnung der ſogenannten Knallpräparate, die man für Schlag, Stoß, Reibung äußerſt empfindlich herſtellen gelernt hat.

Ein öſterreichiſcher Oberlieutenant, Zubowitſch, hat ſich einen „Landtorpedo“ patentiren laſſen und dieſes Patent dem öſterreichiſchen Reichs-Kriegsminiſterium — dem Vernehmen nach für 120 000 Mk. — verkauft.

Iſidor Trauzl, der ſeit dem durch Nobel bewirkten Eintritt des Nitroglycerins in die Sprengtechnik ſich mit Dynamit beſchäftigt, hat ſein letztes und beſtes bezügliches Präparat „Spreng-Gelatine“ genannt. Dieſe bildet den Inhalt des Z.'ſchen Torpedos. Es werden 4-, 20-, 30-, 50- und 100pfündige Geſchoſſe hergeſtellt. Die Zündung ſoll auf mechaniſchem, nicht auf elektriſchem Wege erfolgen. Dies begreift ſich ſehr gut bei den ſogenannten „Kontakt-“ und den „Tritt-Torpedos“, die der herankommende Feind unfreiwillig zündet; weniger verſtehen läßt ſich, daß auch die „Beobachtungstorpedos“, die der Beſitzer in beliebigem Momente zündet, der elektriſchen Leitung nicht bedürfen ſollen, ſelbſt „auf 3 und mehr Kilometer“, wie es in einer Mittheilung der „Elſaß-Lothringiſchen Zeitung“ ausdrücklich heißt.

Die Kontakttorpedos werden in unſcheinbarer Weiſe mit Gegenſtänden in Verbindung gebracht, die der Gegner berühren

oder bewegen muß, z. B. einem quer über die Straße gefahrenen Wagen, einem Thor, einem Ziehbrunnen.*) „Tritt-Torpedos“ werden in ganz offenem Gelände, das kein unverdächtiges Verſteck darbietet, ganz flach in den Boden verſcharrt.

Das kleinſte Kaliber (4-Pfünder) bildet „fliegende Minen“, die jede Infanterie mitführt. Ein Maulthier trägt 24 Geſchoſſe. Der 20-Pfünder iſt für Poſitionsbefeſtigung, die ſchwereren Kaliber ſind für den Feſtungskrieg beſtimmt.

Der Zubowitſch-Torpedo iſt patentirt; er muß alſo ſeine Eigenthümlichkeiten haben. Dieſelben dürften in dem Zündmechanismus liegen, der wahrſcheinlich verhältnißmäßig einfach, billig und zuverläſſig iſt. Ueber dieſen Punkt ſind in der That die bekannt gewordenen Beſchreibungen am wenigſten deutlich. Der Zündmechanismus wird „eine Art Federung“ genannt; er ſoll auch „auf Zeit“ geſtellt und auch außer Spannung geſetzt („nichtaktiv“) werden können, ſo daß er während des Transports und des Auslegens durchaus ungefährlich iſt.

Ein einzelner 4-Pfünder kann die Breite einer Chauſſee abſperren; deren 3 bis 4, in angemeſſenen Abſtänden hintereinander, machen eine Chauſſee ganz ungangbar. Der 4-Pfünder zermalmt Alles, was ihm näher als 3,5 m kommt, und verurſacht ernſtliche Beſchädigung in einem Umkreiſe von 6 bis 7 m Halbmeſſer.

Der Tritt-Torpedo braucht nur 4 bis 5 cm unter die Oberfläche des Bodens verſenkt zu werden. Es heißt in der Schilderung: es könnten 60 Mann eine Fläche von einem Quadratkilometer mit 120 Minen, in 3 bis 4 Linien gelegt, binnen 15 Minuten unzugänglich machen. Nach dieſen Zahlenangaben käme auf jeden Torpedo ein Flächenraum von $\frac{1000^2}{120} = 8333\,^1/_3$ □ m oder die Torpedos kämen unter ſich in Abſtänden von 91 m zu liegen, während die größte Wirkungsſphäre doch höchſtens $= 7^2 \times \pi =$ rund 150 □ m beträgt, wonach 120 Torpedos nur $120 \times 150 =$

*) Der Ziehbrunnen ſteht in der „Vedette“; ob etwa auch in der Patentbeſchreibung, wiſſen wir nicht. Das Beiſpiel iſt nicht glücklich gewählt; wahrſcheinlich doch wohl nur aus Flüchtigkeit. Wer es ernſtlich für zuläſſig erachtete, dem Feinde das Durſtlöſchen lebensgefährlich zu machen, hätte ja gar nicht weit zum Brunnenvergiften!

18 000 □ m gleichmäßig gefährden würden. „120 Minen pro Quadratkilometer“ enthält alſo entweder einen Druckfehler oder das „Unzugänglichmachen“ iſt nicht wörtlich zu nehmen.

In Italien verſucht man einen Landtorpedo, von deſſen Einrichtung Folgendes mitgetheilt wird. Das Gefäß iſt aus Hartguß, 15 mm ſtark, in Form eines Trichters mit Deckel; es faßt 1,5 bis 2 kg Sprengſtoff. An der Spitze des Trichters iſt eine Spirale von Stahl in Form eines Pfropfenziehers befeſtigt. Man hat nur das koniſche Loch für den Trichter auszugraben und ſchraubt dann das Gefäß mittelſt der Spirale in den Boden feſt. Unverkennbar begünſtigt die geſchilderte Beſchaffenheit des Gefäßes das ſchnelle Auslegen. Daſſelbe erfolgt mit dem leeren Gefäße; erſt wenn dieſes im Boden feſtſitzt, wird die Ladung eingebracht.

Einen ſehr umfaſſenden Torpedoplan hat vor einiger Zeit — in ihrer Nummer vom 25. November 1882 — „L'Étoile belge“ enthüllt.

Dieſer Plan umfaßt nichts Geringeres als die Ausdehnung des bisher auf die Feſtungen beſchränkt geweſenen Vertheidigungsmittels der Contreminen-Syſteme auf eine ganze Landesgrenze! Ob einſtweilen nur geplant oder ſchon zur Ausführung angenommen, oder gar ſchon ausgeführt, läßt der Einſender der in Rede ſtehenden Mittheilung nicht deutlich erkennen. Da er ſein Schreiben aus Brüſſel datirt, muß man ihn für einen neutralen Belgier nehmen, und da er als Urheber des Planes „einen unſerer Nachbarn“ bezeichnet, der ſich auf den nächſten Empfang eines „Envahisseur“ rüſtet, ſo bedarf es ja durchaus keiner näheren Angabe, wo der Plan zum „Grenz-Minenfelde“ zu ſuchen ſei. Vorausgeſetzt, daß der Korreſpondent der belgiſchen Zeitung nicht hat myſtificiren wollen oder ſelbſt myſtificirt worden iſt!

Die in Rede ſtehende Anlage wird wie folgt geſchildert: Ein Cylinder aus Gußeiſen mit feſtem Boden und dicht ſchließendem, aber lösbarem Deckel, 3 bis 4 m lang und von 1 m Durchmeſſer, wird lothrecht in der Achſe einer Grube aufgeſtellt, die in der Form eines Minentrichters, d. h. paraboloidiſch oder kegelſtutzförmig ausgegraben iſt; die Tiefe derſelben beträgt 1 m mehr als die Länge des Cylinders. Die Grube wird ſodann rings um den Cylinder mit zweifauſtgroßen Steinen ausgepackt; die meterdicke Schicht über dem Deckel beſteht — der leichteren Zugänglichkeit

wegen und um die Oberfläche in unverdächtige Uebereinſtimmung mit der Umgebung bringen zu können — aus dem natürlichen Boden des Ortes, Pflaſter, Chauſſirung, Eiſenbahnoberbau — kurz dem, was der Beſchaffenheit der Oertlichkeit entſpricht.

Im Innern des Cylinders, nahe am Boden, befinden ſich zwei federnde Metallſtreifen, die ſich demgemäß an einander legen, aber auch das Dazwiſchenſchieben und Feſtklemmen einer Zündpatrone geſtatten. Die äußeren Enden der Metallſtreifen gehen in einen unterirdiſch verlegten, in ein Bleirohr geſchloſſenen iſolirten Leitungsdraht über, der bis an den paſſend zu wählenden Zündungsort reicht.

Hier, wo die Enden der Hin- und Rückleitung zu Tage kommen, kann man jederzeit mittelſt jedes beliebigen elektriſchen Apparates prüfen, ob die Leitung noch unbeſchädigt iſt.

An demſelben Zündungsorte werden ſich gewöhnlich die Leitungen mehrerer Ladungsräume vereinigen. Es iſt dann ein Umſchalter vorgeſehen, der es ermöglicht, jeden Ofen einzeln, deren mehrere oder alle zuſammen ſpielen zu laſſen. Zur Stromerzeugung ſoll ein beſonderer, ſehr kompendiöſer magnet-elektriſcher Apparat konſtruirt ſein. Die geſchilderten Vorbereitungen ſind erſichtlich ſehr ſolide und auf Dauer berechnet; dabei ſind ſie gänzlich ungefährlich und beeinträchtigen in keiner Weiſe die Friedensbenutzung des Geländes der „Torpedozone“ (zone torpillé).

Das Laden verlangt ſeiner Zeit nur geringe Arbeit: Bloßlegen des Deckels, Oeffnen, Einbringen der Zündpatrone, der Sprengmaſſe, Schluß des Deckels, Wiederherſtellen der Oberfläche in unverdächtiger Beſchaffenheit.

Der anzuwendende Sprengſtoff wird nicht näher bezeichnet; es heißt nur, daß er in einzelnen „tourteaux“, d. h. Scheiben Fladen oder Kuchen, übereinandergeſchichtet werde. Die Scheiben ſind nicht voll, ſondern in der Mitte rund ausgeſchnitten, alſo ringförmig oder wie die Mühlſteine geſtaltet. Die Ladung im Ganzen gewinnt bei dieſer Form eine größere Oberfläche, und die Entzündung erfolgt ſchneller.

Wenn die Dimenſionen der Ladungsgefäße richtig angegeben und — wie aus der Beſchreibung zu ſchließen — dieſelben vom Sprengſtoff ganz ausgefüllt ſind, ſo würde eine dergleichen Ladung etwa 3 cbm betragen!

Der Berichterſtatter ſagt, man habe dieſer Anlage (einer Combination von unverdämmter Schacht-, Flatter- und Steinmine) den Namen „volcan“ beigelegt; die Folge der Exploſion ſei ein Alles zerſchmetternder Steinregen in einem Umkreiſe von mehr als 500 m Radius; der Luftdruck allein ſei im Stande, auf 200 m Entfernung Menſchen zu tödten; die Exploſion erzeuge einen Trichter von 10 bis 15 m Tiefe, bei 30 bis 40 m oberem Durchmeſſer.

Mit ſolchen „Vulkanen“ genügend dicht beſetzt müßte nun jeder Abſchnitt des Grenzgebietes ſein, den der Gegner möglicherweiſe zum Einbruch wählen könnte. Zunächſt würde hier der Vertheidiger Stellung nehmen und dieſelbe zu behaupten verſuchen. Falls er der Uebermacht weichen müßte, würde er in zweiter rückwärtiger Stellung ſich zu ſammeln und die Beſetzung der erſten durch den Angreifer abzuwarten haben. Dann wird gezündet. In die unausbleibliche Verwirrung bricht die Gegenoffenſive des Vertheidigers und vollendet das Zerſtörungswerk „mit Ungeſtüm“ und „sans merci.“

Die Anlage der einzelnen Mine der beſchriebenen Art enthält an ſich nichts Auffälliges oder Unglaubliches; in geſchickter Weiſe ſind die Vortheile der modernen Sprengtechnik — briſanter Sprengſtoff, der keiner Verdämmung bedarf, und elektriſche Zündung durch unterirdiſche Drahtleitung — ausgenützt; die Hauptſache kann von langer Hand vorbereitet ſein; das Laden nimmt nur wenig Zeit in Anſpruch. Das Ungeheuerliche des Planes liegt in der Ausdehnung auf ein ganzes Gefechtsfeld und nicht nur auf eins, ſondern auf alle möglichen des betreffenden Kriegsſchauplatzes.

Der Korreſpondent der „Étoile belge“ ſchließt ſeine Enthüllung mit der Bemerkung: er müſſe ſeinen Namen verſchweigen, denn er täuſche das Vertrauen, welches man in ſeine Verſchwiegenheit geſetzt habe; er thue dies in der Ueberzeugung, eine patriotiſche und heilige Pflicht zu erfüllen, indem er durch ſeine Mittheilung die Wahrſcheinlichkeit künftiger Kriege zu vermindern ſuche. Solchen Vertheidigungsmitteln gegenüber — dem Verfahren der Nihiliſten entſprechend — könne man da annehmen, daß ein „Envahisseur“ künftig mit leichtem Herzen ſich anſchicken werde, den Boden ſeines Nachbars zu betreten?

Die Enthüllung des Brüſſeler Anonymus in der belgiſchen politiſchen Zeitung würde vielleicht im Auslande unbeachtet ge-

Digitized by Google

blieben ſein; es hat ſich aber ein anderer Anonymus mit dem Poſtſtempel Lüttich gefunden, der unter Streifband die betreffende Nummer der Étoile belge, die fragliche Korreſpondenz blau angeſtrichen, den Redactionen militäriſcher Zeitſchriften zugeſchickt hat; ob nur deutſchen oder auch anderen, iſt uns nicht bekannt. R.

3.

Italien.

Prüfung von Panzerplatten in Spezzia.

Für die Panzerung der Thürme der „Italia" und des „Lepanto" hat die Italieniſche Admiralität die Anwendung von Panzerplatten von 48 cm Dicke beſchloſſen und eine Prüfung ſolcher Platten mit der Armſtrong'ſchen 100 Tons-Kanone (Vorderlader) angeordnet, unter Anwendung hinlänglich reducirter Ladungen. Dieſe Verſuche haben im November 1882 ſtattgefunden. Ueber dieſelben und ihre Reſultate entnehmen wir dem „Engineer" folgende Angaben:

Die drei zur Probe geſtellten Platten waren in gleichen Abmeſſungen (3,3 m lang, 2,62 m hoch und 48 cm ſtark) je eine von Cammel, Brown und Schneider & Co. in Creuſot geliefert.

Die Cammel'ſche Platte war eine gewöhnliche Compound-Platte deren Stahllage ungefähr 15 cm ſtark war mit ungefähr 0,65 pCt. Kohlenſtoffgehalt. Die Platte wurde von vornherein als nicht gehörig durchgearbeitet bezeichnet, da ſie von einer urſprünglichen Dicke von nur 78 cm anſtatt von ca. 90 cm auf 48 cm ausgewalzt war. Die Brown'ſche Platte unterſchied ſich von der Cammel'ſchen dadurch, daß die Außenfläche der Stahlſchicht ſelbſt aus einer 7,6 cm ſtarken gewalzten Stahlplatte beſtand, die durch den eingegoſſenen geſchmolzenen Stahl mit der Eiſenplatte verbunden wurde (Ellis's Patent). Die Totalſtärke der Stahllage war ebenfalls ca. 15 cm, der Kohlenſtoffgehalt ca. 0,7 pCt. Auch dieſe Platte wurde als nicht genügend durchgewalzt bezeichnet. Jede der beiden Platten war mit 6 Bolzen (11,3 cm ſtark), die von hinten her auf 11,3 cm

in die Platte eingeſchraubt waren, an der Hinterlage befeſtigt. Die Schraubenlöcher in den Platten waren 13,7 cm tief nnd lagen je 3 in einer 38 cm vom Rande entfernten Reihe oben und unten. Die Schneider'ſche Platte (aus Creuſot) beſtand ganz aus Stahl von ungefähr 0,45 pCt. Kohlengehalt. Die Oberfläche war durch Eintauchen in Oel (bis auf 15 cm Tiefe) gehärtet. Dieſe Platte war mit 20 ebenfalls 11,3 cm ſtarken von hinten her in die Platte auf 7 cm Tiefe eingeſchraubten Bolzen auf der Hinterlage befeſtigt. Die Bolzen lagen je 6 in einer Reihe oben und unten (15 cm vom Rande entfernt), die übrigen 8 vertheilt in der Nähe der Seitenkanten. Die ſtark verſtrebten Hinterlagen aus Eichenholz waren 1,22 m ſtark und trugen vorn für jede Platte einen an die Hinterlage angebolzten ſtarken eiſernen Rahmen, der ſich an die Plattenkanten auf allen Seiten eng anſchloß und von oben her nach vorn zu durch je 2 lange Streben abgeſteift war. Dieſe Rahmen würden, wenn ſie ſelbſt genügende Haltbarkeit beſeſſen hätten, für den Zuſammenhalt der Platten ſehr günſtig gewirkt haben.

Die Geſchoſſe waren aus Hartguß von Gregorini, etwa 113 cm lang und hatten 47,3 cm Durchmeſſer. Die Spitze hatte einen Radius oon 1 3/4 Kaliber. Das Gewicht betrug 896 kg, mit Gaschek 907 kg.

Die Ladung, die beim Beginn der Beſchießung (am 16. Nov.) angewendet wurde, betrug 149 kg Progreſſivpulver aus Foſſano, und war ſo berechnet, daß das Geſchoß etwa 50 cm Schmiedeeiſen durchſchlagen konnte. Auf jeder Platte waren in einem gleichſeitigen Dreieck von etwa 1,3 m Seitenlänge 3 Zielpunkte markirt:

o

o o

Der erſte Schuß geſchah gegen die Cammel'ſche Platte mit 371,5 m Auftreffgeſchwindigkeit (6386 m-tons leb. Kraft total = 45,71 m-tons pro cm Umfang). Er traf den rechts unten liegenden Zielpunkt. Die Platte zerbrach vollkommen, indem die rechte untere Ecke in einem trapezförmigen Stück ſich abtrennte und der Rahmen, der die Platte umgab, nnten nnd rechts auswich. Auf der Oberfläche zeigten ſich mehrere radiale und einige den Treffpunkt peripheriſch umgebende Haarriſſe. Das Geſchoß war zerſchellt.

Der zweite Schuß gegen die Schneider'ſche Platte hatte 375,5 m Auftreffgeſchwindigkeit (6525 m-tons total leb. Kraft = 46,33 m-tons pro cm Umfang). Die Platte hielt ausgezeichnet,

kein Haarriß war zu ſehen. Trotzdem hatte ſich der eiſerne Rahmen unten und rechts geöffnet, einzelne Bolzenköpfe waren abgeſprungen. Die Plattenbolzen waren unverſehrt.

Der dritte Schuß gegen die Brown'ſche Platte hatte 372,5 m Auftreffgeſchwindigkeit (6420 m-tons total leb. Kraft = 45,56 m-tons pro cm Umfang). Das Geſchoß zerſchellte, ein kleiner Theil des Kopfes blieb in der Platte ſtecken. Die Platte zeigte an der linken (nicht getroffenen) Seite einen von oben in der Mitte nach links unten durchgehenden ſchmalen Riß (3,7 mm breit) und in der Nähe einige Haarriſſe. Vom Schußloch ging ein radialer Haarriß aus. Die Oberfläche war um den Treffpunkt herum leicht eingebogen, und hatte ſich die Platte etwas verſchoben. Die Plattenbolzen blieben intakt, der Rahmen war rechts und unten ebenfalls geöffnet.

Bis jetzt hatte ſich dieſe letzte Platte am beſten gehalten, doch ſchien das Geſchoß von geringerer Güte geweſen zu ſein.

Es wurde nun beſchloſſen, die Prüfung zu verſchärfen und eine Ladung anzuwenden, die genügt hätte, 60 cm Schmiedeeiſen zu durchſchlagen.

Am 17. November wurde ein Schuß (Nr. 4) gegen die Schneider'ſche Platte abgegeben (der zweite gegen dieſe Platte) und zwar links des erſten Treffers auf dieſer Platte. Er hatte bei 217 kg Ladung eine Auftreffgeſchwindigkeit von 474 m (10381 m-tons total leb. Kraft = 73,81 m-tons pro cm Umfang). Das Geſchoß durchſchlug theilweis die Platte, ein Theil des Geſchoſſes ſteckte in der Hinterlage. Die Platte zeigte einen breiten in etwas ſchräger Richtung von oben nach unten gehenden Riß (durch das Schußloch hindurch), der aber mehrfach unterbrochen war. Radiale Riſſe gingen vom Schußloch aus. Es bildeten ſich noch minutenlang nach dem Schuß Haarriſſe.

Am 20. November wurde der erſte Schuß (Nr. 5) gegen die Brown'ſche Platte gethan. Die Ladung war die gleiche wie bei Schuß 4. Auftreffgeſchwindigkeit 476,6 m, leb. Kraft total = 10472 m-tons, lebendige Kraft pro cm Umfang = 74,76 m-tons.

Das Geſchoß traf den links unten liegenden Zielpunkt und zerſchmetterte die Platte in ſechs Stücke, von denen nur eins an der linken obern Ecke an der Hinterlage feſtſaß, die andern aber abgefallen waren. Das Geſchoß war augenſcheinlich nicht tief eingedrungen, ſondern hatte nur die Platte zerbrochen. Die Spitze des Geſchoſſes war abgebrochen. Das Holz der Hinterlage war mitten hinter

der Platte zerſplittert. Schuß Nr. 6 wurde mit 477,0 m Auftreffgeſchwindigkeit (10537,6 m-tons totaler leb. Kraft = 74,78 m-tons leb. Kraft pro cm Umfang) als zweiter Schuß gegen den linken untern Zielpunkt der Cammel'ſchen Platte abgegeben. Er durchſchlug die Platte nicht, ſondern beulte dieſelbe hinten auf. Dabei zerſchellte aber die Platte in fünf Stücke, die ſämmtlich von der Hinterlage abgefallen waren.

Am 21. November geſchah gegen die Schneider'ſche Platte der dritte Schuß (Nr. 7) und zwar ſollte er mit einem Withworth-Geſchoß aus geſchmiedetem Stahl abgegeben werden. Ladung 217 kg, Auftreffgeſchwindigkeit 468,8 m, totale leb. Kraft = 10564,8 m-tons, leb. Kraft pro cm Umfang 75 m-tons.

Der Schuß war gegen die rechte Hälfte der bereits geſpaltenen Platte gerichtet geweſen und hatte ein ſektorartiges Stück von ungefähr 1/8 der Platte herausgebrochen und von der Hinterlage abgelöſt. Einzelne Plattenfragmente waren in die Hinterlage eingetrieben worden. Mehrere breite Riſſe, die radial durch das Schußloch des zweiten gegen dieſe Platte gefeuerten Schuſſes (Nr. 4) hindurchgingen, hatten ſich gebildet bezw. erweitert. Der Rahmen war oben und beſonders an der rechten Seite aus ſeiner Lage geriſſen.

Das Geſchoß war zurückgeprallt und ſtark geſtaucht. Während ſeine Länge vorher 113 cm betragen hatte, betrug dieſelbe nach dem Schuß nur 71,1 cm.

Später ſtellte ſich heraus, daß das Geſchoß nicht von Withworth, ſondern aus der Fabrik von Terre Noire herrührte und irrthümlich von St. Vito geſandt war. Es wurde als Geſchoßprobe gegen den Reſt der Platte noch ein Geſchoß aus italieniſchem Gußſtahl verſucht, welches mit Gaschek 963,5 kg wog. Es wurde mit gleicher Ladung von 217 kg verfeuert und ergab 461 m Auftreffgeſchwindigkeit, eine totale leb. Kraft von 10443,7 m-tons, eine leb. Kraft pro cm Umfang von 74,14 m-tons. Das Geſchoß war gegen den linken obern Plattentheil gerichtet, traf aber nicht genau. Das Geſchoß kippte den getroffenen Plattentheil nach vorn über und drang in die Hinterlage ein, dieſe vollkommen zerſtörend. Das Geſchoß zeigte ſich beim Herausnehmen zerbrochen. Die hintern Geſchoßtheile zeigten eine geringere Güte, das Bruchanſehen des Geſchoßkopfes war dagegen ſehr gut.

Unſere engliſche Quelle geſteht zu, daß die Schneider'ſche Platte ſich beſſer als die engliſchen verhalten hätte, da, nachdem eine Arbeitsleiſtung von total 37914 m-tons darauf eingewirkt hätte, dennoch ein großer Theil der Platte übrig geblieben ſei, der die Hinterlage gedeckt habe. Den Grund hierfür ſucht der „Engineer“ in der von vornherein hervorgehobenen mangelhaften Fabrikation der engliſchen Platten und in der geringern Anzahl von Bolzen, mit denen dieſe an der Hinterlage befeſtigt ſeien, ferner darin, daß die franzöſiſche Platte nicht durch Walzen, ſondern durch Hämmern hergeſtellt ſei.

An dieſe Verſuche ſchloſſen ſich am 21. November die erſten Schießverſuche mit der 100 Tons-Hinterladekanone, die hinſichtlich des Verhaltens von Rohr und Laffete zufriedenſtellend ausfielen. Mit 300 kg Ladung erhielt das 1325 kg ſchwere Geſchoß eine Anfangsgeſchwindigkeit von 510 m und 12805,5 m-tons totale leb. Kraft. Bei 352 kg war die Geſchwindigkeit und leb. Kraft bezw. 559 m und 14458 m-tons. Br.

4.

Frankreich.

Das franzöſiſche Kriegsminiſterium beabſichtigt bekanntlich, die Feld-Artillerie von der Feſtungs-Artillerie gänzlich zu trennen, wie dies außer in Deutſchland auch in anderen Armeen durchgeführt bezw. beabſichtigt iſt, und für den Kriegsfall 190 Batterien Fuß-Artillerie aufzuſtellen.

Die Gründe für dieſe Maßregel ſind dieſelben, die auch bei uns zu dieſer Trennung geführt haben. Gegen dieſe in Ausſicht genommene Maßregel tritt nun ein Artikel des Dezemberheftes 1882 des in Paris erſcheinenden Journal des Sciences Militaires mit großer Beredtſamkeit, aber unter Anführung von zum größten Theil recht hinfälligen Gegengründen auf. Der mit „ein Artilleriſt“ unterzeichnete Artikel behauptet, daß zunächſt die Anzahl der Fußartillerie-Batterien mit 190 zu groß angenommen ſei, da nicht alle

Befeſtigungen gleichzeitig ihrer vollen Artilleriebeſatzung bedürften. Gegenwärtig exiſtirten 57 Fußbatterien, die im Mobilmachungsfall auf 114 gebracht würden und disponibel wären, wenn man die 12 in Algier befindlichen derartigen Batterien mit heranzöge, was der Verfaſſer infolge einer von ihm im gleichen Heft vorgeſchlagenen Organiſation der Kolonial-Truppen für zuläſſig erklärt. Die 7. und 8. Batterien der Korpsregimenter bildeten im Kriegsfall auch noch je eine Fußbatterie, wodurch noch 38 Fußbatterien geſtellt würden, ebenſo die 5. Batterien dieſer Regimenter. In Summa hätte man ſomit 163 Batterien Fuß-Artillerie disponibel, die hinlänglich genügten, das erſte Bedürfniß an Feſtungs-Artillerie zu decken.

Mit beſonderem Eifer bekämpft der Verfaſſer nun den Satz, daß die Feſtungs-Artillerie einer langen und ſchwierigen Ausbildung bedürfe, und führt für das Gegentheil eine größere Zahl hiſtoriſcher Beiſpiele an, ſo u. A. Belfort 1870/71, Antwerpen 1824, ferner einen Ausſpruch des Generals Suſanne in ſeiner Histoire de l'Artillerie, der u. A. behauptet: „Eine Feldbatterie hat keine beſondere Vorbereitung nöthig, um Geſchütze der Belagerungs- und Feſtungs-Artillerie bedienen zu können.“ Der Verfaſſer hält dieſen Ausſpruch auch noch heute für vollkommen zutreffend; der Feldkrieg entſcheide über das Geſchick der Staaten, der Belagerungskrieg ſei immer nur ſekundär. „Schlagen wir zuerſt“, ſo ruft er aus, „die Deutſchen im Felde, das Uebrige fällt uns von ſelbſt zu, und wenn wir ſelbſt geſchlagen werden, ſo werden uns unſere Feſtungen auch nicht retten!“ Heutzutage, wo wir im Zeitalter der Maſchinen leben, würden ſich immer genug Leute finden, um die einfachen Feſtungsgeſchütze bedienen zu können, zumal deren Bedienung der der Feldgeſchütze ganz analog ſei.

Eher noch lägen Gründe für eine Abtrennung der techniſchen Artillerie von den gemiſchten Regimentern vor, als ſolche für eine Trennung von Feld- und Fuß-Artillerie.

Der Einwurf, daß viele Artillerieoffiziere für die Trennung geſtimmt ſeien, wird mit der Behauptung zu entkräften geſucht, daß dies eine Folge des dabei in Ausſicht ſtehenden Avancements ſei.

Der militäriſche Geiſt der Artillerie würde durch eine ſolche Trennung auf alle Fälle geſchwächt werden.

Zum Schluß erklärt der Verfaſſer, daß es ihm beſonders daran gelegen ſei, die allein kompetenten Militärs von der Richtigkeit ſeiner Anſichten zu überzeugen.

Ob ihm dies gelungen iſt? Wir bezweifeln es; ſollte es aber der Fall ſein und die Anſichten des Verfaſſers die Oberhand behalten, nun — wir brauchten es nicht zu bedauern.

5.

England.

In der engliſchen Armee ſind, um den vielen Klagen über den zu heftigen Rückſtoß des Henry-Martini-Gewehres, ſowie über das zu große Gewicht von deſſen Patrone abzuhelfen, Verſuche mit einem neuen Gewehrmodell (Einzellader mit Martini-Verſchluß) im Gange.

Dieſes Modell bietet zunächſt eine neue und eigenthümliche Einrichtung der Viſirung auf große Entfernungen.

Während bei allen beſtehenden Viſiren der Gewehre beim Schießen auf größere Entfernungen das Viſir gehoben, der Schütze mithin gezwungen iſt, den Kolben zu ſenken, um die Viſirlinie vor das Auge zu bringen, hat das neue engliſche Verſuchsgewehr ein in der Nähe der Mündung links ſeitlich angebrachtes, nach unten zu verſchiebbares Korn, welches den verſchiedenen Schußweiten entſprechend mit einer Skala verſehen iſt. Am linken Schloßblech iſt flügelartig um ein ſenkrechtes Charnier drehbar ein Rahmen angebracht, der in ſeiner unteren Leiſte den Viſirausſchnitt trägt. Beim Nichtgebrauch wird er dem Lauf parallel an den Schaft herangeklappt, während er beim Gebrauch ſenkrecht zum Lauf geſtellt wird.

Dieſe Einrichtung ermöglicht dem Schützen, den Kolben feſt an der Schulter zu behalten, auch wenn er auf die größten Entfernungen (2000 m) feuert, da die Höhe des Viſirs ſich nicht ändert. Für Schußweiten bis zu 1000 m iſt ein gewöhnliches Viſir und Korn auf dem Lauf angebracht. Das verſtellbare Korn

iſt ſehr ſchnell abzunehmen und wieder anzubringen. Es dient nur für Schußweiten über 1000 m.

Das Kaliber des Gewehrs iſt 10,2 mm. Es hat 9 Züge von ſägezahnförmigem Profil und 380 mm Drall.

Das Rohr wiegt 170 g ſchwerer als das des bisherigen Gewehres.

Die Patrone hat die bisherige Pulverladung von 5,5 g, das Geſchoßgewicht iſt aber von 31,1 g der alten Patrone auf 24,1 g vermindert. Die Anfangsgeſchwindigkeit iſt dadurch von 393 m auf 479 m gebracht worden.

Die Schußpräziſion ſoll ſo groß ſein, daß auf 500 m alle Schüſſe in einem Quadrat von 25 cm Seitenlänge liegen.

Die Schäftung des Gewehrs bietet das Eigenthümliche, daß ſie im vordern Theil ſo ausgeſchnitten iſt, daß der Lauf von unten ſichtbar bleibt, und die Holztheile nur ſeitlich anliegen. Ein Verbiegen des Laufs durch die Einwirkung der Schäftung ſoll hierdurch vermieden, und gleichzeitig eine Roſtbildung unten am Lauf leicht erkennbar werden. Um den hintern Theil des Laufs iſt ein hölzerner Handſchutz angebracht, der ein feſtes Anfaſſen des Gewehrs auch bei durch Schnellfeuer ſtark erhitztem Lauf möglich macht. (Journal of the R. United Service Institution.)

6.

Schweden.

15 cm = Haubitze.

Die ſchwediſche 15 cm = Haubitze, die gegenwärtig im Verſuch iſt, hat ein gußeiſernes Seelenrohr, mit Stahlringen umgeben. Es hat einen Schraubenverſchluß.

Die Laffete hat Stahlwände, ſtählerne Achſen, Thonetſche Räder und Doppelſchrauben-Richtmaſchine. Die Laffete hat Schieß- und Marſchlager und wird auf einer 12 cm = Protze aufgeprotzt.

Das Rohr hat einen koniſchen Ladungsraum, der für das Geſchoßlager nur ſchwach koniſch iſt, für den Kartuſchraum aber ſich nach hinten mit ſtärkerer Konicität erweitert. Die Züge ver-

laufen in dem hintern ſteilern Konus, 7,5 mm hinter dem Ende des vordern ſchwächern Konus.

Kaliber 155 mm.

Rohrlänge 11,5 Kaliber.

Länge der Seele 10,3 Kaliber.

" des gez. Theils 8,9 Kaliber (einſchl. koniſchem Geſchoßraum).

Zahl der Züge 36.

Tiefe " " 1,5 mm.

Breite " " 3,5 mm.

Drall progreſſiv von 65 bis 25 Kaliber.

Rohrgewicht mit Verſchluß ꝛc. 1396 kg.

Gewicht der Laffete mit Rädern 1370 kg.

Lagerhöhe der Laffete 1800 mm.

Die Granaten ſind 2 3/4 Kaliber lang, 36,3 kg ſchwer bei 2,165 kg Sprengladung. Sie haben am hintern Ende einen kupfernen Führungsreifen.

Die Maximalladung beträgt 3,2 kg Pulver von 5 mm Körnergröße (Aker), die der Granate 300 m Anfangsgeſchwindigkeit bei 1300 Atmoſphären mittleren Gasdrucks ertheilt. Der Rücklauf des Geſchützes auf einer Bettung war ſehr ſtark (bis zu 10 m), ebenſo das Bucken, welches Veranlaſſung zum Verbiegen der Richtſchrauben gab. (Artilleri-Tidskrift.)

7.

Die Befeſtigung der Schweiz.*)

Die Frage, ob die Schweiz eine Befeſtigung ihres Landes und ihrer Grenzen beabſichtigen wird oder nicht, iſt in den deutſchen Militär-Zeitſchriften im Laufe des verfloſſenen Jahres in ſo zahlreicher und eingehender Weiſe in den verſchiedenſten Formen erörtert und beſprochen worden, daß es wohl lohnen dürfte, den neueſten Stand dieſer Frage in der Schweiz ſelbſt ſich zu vergegenwärtigen.

---

*) Aus Zürich eingeſandt. A. d. R.

Heute haben wir zwei große Strömungen in den ſchweizeriſchen Landen zu verzeichnen, diejenige unter dem Volke und diejenige in den leitenden und maßgebenden Militärkreiſen. Dabei ſei aber von vornherein bemerkt, daß die letzteren viel mehr von dem Volke abhängig ſind, als in monarchiſchen Staaten; dort entſcheiden die Parlamente über die gefaßten Beſchlüſſe der Regierungen, hier ſpricht die unabhängige republikaniſche Volksſtimme direkt ihren Willen aus in einer allgemeinen Volksabſtimmung. Alſo muß auch von Haus aus von den leitenden Militärkreiſen mehr Rückſicht auf die momentane Volksſtrömung genommen werden, wie dort, und dies beeinflußt unter Umſtänden die Ausarbeitung der Geſetze in ganz weſentlichem Umfange.

So iſt es auch hier mit der Landesbefeſtigungsfrage gegangen. In dieſer Beziehung ſind zur einzigen heilbringenden Löſung eine Unmaſſe von Projektmachern aufgetreten, die nicht allein der Schweiz entſtammen, ſondern deren größere Mehrheit dem Auslande, und darunter auch wieder ſehr Viele Deutſchland angehören. In Zeitungen, in Broſchüren ꝛc. ſind ganze Fäſſer von Tinte verſchrieben worden, um dem Schweizervolk die Dringlichkeit einer Befeſtigung ſeiner Grenzen darzuthun. Dabei baſiren die Projekte faſt alle auf ſo enormen Koſten, daß ſie z. B. nur für die Weſt- und Nordfront Hunderte und mehr Millionen Franken verlangen für den Neubau von Feſtungen und Forts. Alle dieſe litterariſchen Vorſchläge haben nun aber die ganze Befeſtigungsfrage beim Volk ſo in Mißkredit gebracht, daß deren Verwirklichung in ſehr weite Ferne gerückt iſt. Zudem iſt das Mißbehagen noch mehr geſteigert worden durch die vielen ausländiſchen Rathſchläge, welche der Schweiz ertheilt worden ſind; denn kaum ein anderes Volk trägt ſo ſehr den Charakter der eigenmächtigen Selbſtſtändigkeit an ſich, als das ſchweizeriſche.

Dieſer Mißkredit, der ſich beim Volke allmälig kund giebt, hat ſich auch einigermaßen den leitenden Militärkreiſen mitgetheilt. Die Ueberzeugung, daß die ſchweizeriſche Miliz-Armee zur glücklichen Durchführung eines Vertheidigungskrieges in erhöhtem Maße eines künſtlich vorbereiteten Kriegsſchauplatzes bedarf, iſt eine zu tief gewurzelte, als daß man die Befeſtigungsfrage ganz beſeitigen wollte. Dafür ſpricht, daß eine neue Commiſſion heute mit der Berathung der Frage betraut iſt und auch einen Entwurf ausgearbeitet hat, der mit den finanziellen Mitteln des Landes

im Einklang ſteht. Dieſer Entwurf entpuppt ſich aber nicht, wie gehofft, in wirklichen Neubefeſtigungen und Anlage von Forts 2c., ſondern hält ſich in viel engeren Grenzen; der Geldpunkt muß die Hauptrolle dabei übernehmen, da großartige Anlagen mit ihren gewaltigen Koſten gleichbedeutend mit dem Ruin des durchaus nicht mehr reichen Landes wären.

Der Entwurf beſchränkt ſich auf folgende Punkte: Der Generalſtab hat diejenigen Punkte, welche beim Eintritt gewiſſer Eventualitäten eines eventuellen Krieges befeſtigt werden müſſen, feſtgeſetzt; die Arbeit des Generalſtabes und der Landesbefeſtigungs-Commiſſion war es, den ſtrategiſchen Zweck, welchen die einzelnen Fortifikationen erfüllen ſollen, genau zu präziſiren. Dieſe erſte Arbeit iſt in der letzten Hälfte des Januar ausgeführt worden und dem Gutachten ſämmtlicher ſchweizeriſchen Diviſionäre, welche zu dieſem Zweck Ende Januar nach Bern berufen waren, vorgelegt geweſen. Eine öffentliche und genaue Beſprechung dieſer Punkte jetzt ſchon geben zu wollen, wäre verfrüht und auch kaum möglich, da erſt neuerdings in der Schweiz der Grundſatz des Geheimhaltens der Pläne für die Landesvertheidigung feſtgehalten wird. Gleichzeitig war in dieſe Berathung der ſtrategiſchen Punkte auch jene über die geeignetſte Beſetzung derſelben durch die vorhandenen Streitkräfte verflochten. So viel kann im Allgemeinen angegeben werden, daß die Vertheidigung der Weſtgrenze auf der inneren Juralinie Grellingen — Langenbruck — Balsthal — Mümliswyl — Neuchenette — Rochefort — Jolimont projektirt iſt. Nach Feſtſtellung dieſer Punkte ſind Seitens des Genies die Pläne auszuarbeiten, in welcher Weiſe die betreffenden Punkte befeſtigt werden ſollen; hierbei ſind die Zwecke der einzelnen Punkte und die verfügbaren Mittel maßgebend, von welch letzteren anzunehmen iſt, daß ſie meiſtens erſt in der zwölften Stunde erhältlich ſein werden. Dem entſprechend ſind denn auch die Armirungspläne der Werke Seitens der Artillerie ausgearbeitet.

Das iſt alſo die Befeſtigungsfrage nach ihrer Löſung; keine Werke, keine Forts werden gebaut, ſondern nur deren Bau für den Kriegsfall vorbereitet. An den Punkten ſelbſt werden nur Depots für Schanzzeug, Bekleidungsmaterial 2c. angelegt, ebenſo die wichtigſten Baumaterialien, wie Eiſenbahnſchienen, Deckhölzer, aufgeſtapelt, um im Nothfall den Bau möglichſt beſchleunigen zu

können. Ebenſo wird die zweckmäßigſte Art der Unterbringung und Anlage der Depots für die neu zu beſchaffende Poſitionsartillerie hinter den zu befeſtigenden Punkten in Erwägung gezogen, um eine möglichſt raſche Armirung der Werke zu begünſtigen.

Nach dieſen neueſten Nachrichten iſt alſo von einer wirklichen Befeſtigungsfrage der Schweiz nicht mehr die Rede, ſondern nur die Vorbereitungen für den Bau von proviſoriſchen Werken an den hierfür ſtrategiſch wichtigſten Punkten ſind getroffen worden, die denn auch die Sympathien des Volkes finden dürften.

Literatur.

3.

Geſchichte der Feſtung Ingolſtadt bis zum Jahre 1815. Im Auftrage des Chefs des Generalſtabes der K. B. Armee bearbeitet von Otto Kleemann, Generalmajor und Director der K. B. Kriegsakademie. München, literariſch-artiſtiſche Anſtalt (Th. Riedel) 1883. Preis M. 8,00. —

In jener unbeſtimmbar fernab liegenden geologiſchen Epoche, wo die Alpen emporſtiegen, den Boden unſres heutigen Deutſchlands mit heraufnahmen und den Ocean, der hier beſtanden, zum Ablauf brachten, iſt jene weſtöſtliche Spalte geriſſen, die, nachmals vom abſtrömenden Waſſer ausgewaſchen, zu der mächtigen, wechſelnd engen und weiten Mulde geworden iſt, die wir heut das Donauthal nennen. In den Weitungen, die das allmälig ſich verlaufende Waſſer nicht mehr ganz erfüllen konnte, entſtand Wieſen- und Bruchland. Eine ſolche Bildung iſt das Donaumoos, auf das man ſtößt, wenn man von München aus nordwärts die bayeriſche Hochebene paſſirt und an deren Nordrand zum Flußgrunde niederſteigt. Den gegenüberliegenden linken Thalrand bilden die letzten Südabfälle des fränkiſchen Jura. Beide Thalränder liegen hier bis gegen 20 km von einander entfernt.

Daß dieſe Terrainbildung zu Stromſpaltungen geführt hat, iſt von vornherein erklärlich.

Verfolgt man behufs Abſtieges von der bayeriſchen Hochebene zur Donauthal-Sohle das Seitenthal des Nebenfluſſes Paar und wendet ſich — etwa 10 km von deſſen Mündung — halblinks von

demſelben ab, ſo hat man vier Donauarme zu überſchreiten, von denen jetzt die erſten drei zeitweiſe faſt trocken liegen, während der letzte, nördlichſte ſich als waſſerreicher, ſchnell fließender, erſichtlich kunſtgerecht rectificirter und regulirter Strom darſtellt, an deſſen Ufern — größtentheils am linken — die Feſtung Ingolſtadt gelegen iſt. Innerhalb derſelben mündet ein ſehr ſpitzwinklig herankommender linksſeitiger Donauzufluß, die Schutter.

Als dieſe Landſchaft noch zu Vindelicien gehörte und unter römiſcher Herrſchaft ſtand, war die Vielarmigkeit des Fluſſes zwar auch ſchon vorhanden, aber die Donau vertheilte ihre Waſſermaſſen anders; der ſüdlichſte Arm war der Hauptarm; in dem Winkel, den das in dieſen Arm mündende Flüßchen Paar mit jenem bildet, hatten die Römer eine befeſtigte Etappe „Vallatum“. Daß — wie unſer Autor ſagt — in Ingolſtadt ſelbſt Zeichen römiſcher Seßhaftigkeit nicht gefunden worden ſind, wird man auf Grund der angeführten hydrographiſchen Thatſache leicht erklärlich finden; der nördliche Arm hatte damals keine ſtrategiſche Bedeutung. Wohl aber machte ſich ſpäter, als die Beſiedelung zunahm, die landwirthſchaftliche Bedeutung der fruchtbaren Aue geltend. So tritt denn auch der Name Ingolſtadt zuerſt im Charakter der „villa regia“, eines Meierhofes oder Kammergutes der Herrſcher des Frankenreiches auf, mit dem 770 Karl der Große Herzog Thaſſilo II. belehnte.

Erſt 500 Jahre ſpäter erſcheint der Ort urkundlich beglaubigt als eine Stadt mit Mauer, Graben und feſtem Schloſſe.

Dieſe älteſte Stadt reichte noch nicht bis an den nördlichſten Donauarm, der damals alſo wohl weder militäriſch noch für Handel und Schifffahrt bedeutungsvoll erſchienen ſein kann; der Ort lag vielmehr an der Schutter, deren ſtarkes Gefälle Mühlenanlagen begünſtigte.

Hundert Jahre ſpäter erfolgte — angeregt durch die Landesfürſten — eine ſehr erhebliche Erweiterung der Stadt, von 1400 lfd. Metern Ringmauer auf rund 3000, ſo daß das neue Stadtareal mehr als das Vierfache des alten betrug. Von der neuen Mauer wird berichtet, ſie ſei 6—8 m hoch geweſen, mit einem hölzernen „Wehrgange“ und ſchmalen, nach außen ſich verengenden Scharten; in Abſtänden von etwa 30 m ſprangen Thürme von 6 m Durchmeſſer halbrund nach außen und geradlinig nach innen vor.

Eins der damaligen Thore (Kreuzthor) iſt noch in voller Urſprünglichkeit erhalten: im viereckigen Unterbau die Thordurchfahrt; darüber das Obergeſchoß im Achteck mit Zinnen; Eckthürme an den Uebergangspunkten aus dem Viereck ins Achteck; davor ein von vertheidigungsfähiger Mauer umſchloſſener „Vorhof" (Thortambour).

Für die Geſchichte der Kriegsbaukunſt in Deutſchland am meiſten intereſſant und lehrreich iſt die zeitgemäße Verſtärkung, die Ingolſtadt in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts erfuhr.

Die alte Ringmauer mit dem Schloſſe an der Südoſtecke des Platzes — am Einfluſſe der Schutter in die Donau — blieb als innere Linie durchaus unverändert, obwohl ſie ein ſehr irreguläres Polygon bildete, das ſich der Theilung in gleich lange Fronten durchaus widerſetzte. Parallel dazu wurde außerhalb ein breiter zu Geſchützaufſtellung geeigneter Erdwall mit halbem Escarpenrevêtement und ein Waſſergraben angelegt. In der etwa 700 m langen Donaukehle, wo die alte Mauer eine Art krummliniger Tenaille bildete, wurde nichts vorgelegt. Die Landſeite wurde in ſechs ſehr ungleich lange Fronten getheilt (200—600 m), und die Eckpunkte erhielten ſehr ſtarke Bollwerke, Baſteien oder Rondele, die den Charakter des Reduits, des Kavaliers und der Flankirungsanlage vereinigten.

Die Neubefeſtigung muß — wie unſer Autor meint — 1572 beendet geweſen ſein, denn in dieſem Jahre ließ Herzog Albrecht V. ein Holzmodell im Maßſtabe 1:720 anfertigen, das ſich, im Ganzen wohlerhalten, jetzt in München im bayeriſchen Nationalmuſeum befindet.

Nach dieſem Modell hat General Kleemann für ſeine Geſchichte von Ingolſtadt außer dem zu einer Citadelle ausgebildeten Schloſſe ſechs verſchiedenartig eingerichtete Baſteien und Rondele in Vogelperſpective gezeichnet, die ein ſehr anſchauliches Bild der Befeſtigung gewähren. Dieſe Neubefeſtigung des 16. Jahrhunderts iſt eine genau zeitgenöſſiſche derjenigen von Antwerpen und von Wien, mit denen ſich zwei Artikel dieſer Zeitſchrift (XIII im 84. Bde., 1878; XIV im 85. Bde., 1879) eingehend beſchäftigt haben. In den beiden genannten Orten kam die italieniſche Form der Bollwerke (baluardi) zu reinſtem Ausdruck; Ingolſtadt zeigt Unabhängigkeit von der fortifikatoriſchen Mode des Tages, Freiheit und Eigenart.

General Kleemann ſchreibt den Entwurf dem Grafen Reinhard von Solms-Lich zu, der von 1538 bis etwa 1545 in bayeriſchen Dienſten war und in Ingolſtadt ſeinen Aufenthalt hatte. Graf Solms, bei Uebernahme der Oberleitung der Ingolſtadter Befeſtigung gegen fünfzig Jahre alt, galt zur Zeit bereits für einen tüchtigen, wohlerfahrenen Kriegsmann. 1546 erſcheint er als kaiſerlicher Feldmarſchall, hat aber bis 1560 ſich für den Fortgang des Ingolſtadter Feſtungsbaues (wie auch für Augsburg, Memmingen, Mindelheim ꝛc.) intereſſirt. Daß Graf Solms über Kriegskunſt (1559) geſchrieben, iſt aus dem bekannteren Werke gleichen Inhaltes des Leonhard Frunsperger erſichtlich; nach General Kleemann hat Erſterer zuvor (1556) auch ein Werk über Feſtungsbau herausgegeben. Selbſt zur Hand gehabt ſcheint General Kleemann daſſelbe nicht zu haben; wenigſtens befindet es ſich nicht unter den 82 Druckſchriften, die er als benutzte Quellen namhaft macht; dem Referenten iſt es gleichfalls unbekannt.

Als eigentlicher ausführender Baumeiſter von Ingolſtadt, von 1539 an, wirkte Georg Stern, der ſpäter nicht nur Bau-, ſondern auch Zeugmeiſter des Platzes war und 1565 ſtarb; ſein Amtsnachfolger war ſein Sohn Reinhard, der noch 1594, alſo lange nach Vollendung der Neubefeſtigung, als Baumeiſter des Platzes genannt wird.

Vorſtehende Perſonalangaben ſind inſofern von allgemeinem kriegsbaugeſchichtlichen Intereſſe, als ſie im Widerſpruche mit der bisher gangbaren Annahme ſtehen, daß Daniel Speckle bei der Befeſtigung von Ingolſtadt betheiligt geweſen ſei. General Kleemann ſagt in Bezug hierauf: „Da über ſeine (Speckles) Thätigkeit in dieſer Feſtung weder in ſeinem Werke noch in den Archiven etwas zu finden iſt, die noch vorhandenen einſchlägigen Baurechnungen aus den Jahren 1575 und 1576 aber nur Reparaturen, keine Neubauten ausweiſen, auch — wie das Modell von 1573 unwiderlegbar bezeugt — die Feſtung um dieſe Zeit vollendet war, ſo iſt mit Sicherheit anzunehmen, daß demſelben eine beſondere Rolle bei den Ingolſtädter Feſtungsbauten nicht zuerkannt werden kann. Von den in ſeiner 1589 zum erſtenmale erſchienenen „Architectura von Veſtungen“ niedergelegten Ideen findet ſich in den Werken Ingolſtadts keine Vertretung mit Ausnahme des terraſſirten gedeckten Weges (unteren und oberen Grabenlaufes), der aber hier

ſchon 1573 vollendet vor Augen liegt, bevor Specke in bayeriſche Dienſte kam.“

Es ſoll nicht behauptet werden, daß dieſe Schlußfolgerungen ſich beſtimmt widerlegen ließen, aber einige Gegenbemerkungen drängen ſich auf.

Was Specke in Ingolſtadt gebaut haben könnte, iſt aus ſeinem Werke allerdings nicht zu entnehmen, wohl aber ergiebt ſich aus einer beſtimmten Stelle als wahrſcheinlich, daß er daſelbſt thätig geweſen iſt. Er berichtet über eine Berathung, zu der auf kaiſerlichen Befehl Lazarus von Schwendy mehrere Fachmänner 1576 nach Regensburg berufen habe.*) Es handelte ſich, wie es ſcheint, vorzugsweiſe um die Grundſätze für Befeſtigungsanlagen in Ungarn wider die Türken. Zu den Berufenen gehörte auch Specke. Er ſagt wörtlich: „... der (nämlich Lazarus v. Schwendy) ließ mich im Namen Ihr. Majeſt. von Ingolſtatt, wo ich mich damalen verhielt, mit Erlaubniß meines gnädigen Fürſten und Herrn, Herzogs Albrecht von Bayern, deſſen Diener ich damalen war, auch erfordern.“

Zehn Jahre nach Speckles Tode und dem erſten Erſcheinen ſeiner „Architectura etc.“ erſchien 1599 eine zweite Auflage, die S.'s Verleger, der zugleich ſein Schwager war, veranſtaltet und mit einem in Verſe gebrachten Lebenslauf des verſtorbenen Speckle verſehen hatte. In dieſem wird erzählt, daß S. eine Reihe von Jahren in Dienſten des Erzherzog Ferdinand (nächſtjüngerem Bruder des Kaiſers Maximilian II.) geſtanden habe, zuerſt als deſſen „Rüſtmeiſter“, dann mit der Landesaufnahme im Elſaß beauftragt. Weiter heißt es wörtlich:

Demnach gen Regenſpurg ihn fort
Herzog Albrecht in Bayern dort
Berufet, und auch alſobald
Für ſeinen Baumeiſter beſtallt,
Schickt ihn nach Ingolſtatt behend
Da er einen ſchönen Bau vollendt.

Auf die letzte Zeile iſt kein beſonderer Werth zu legen; der poetiſche Biograph iſt zugleich Lobredner und nimmt den Mund etwas voll; aber als Thatſache wird doch anzunehmen ſein, daß Speckle vom

*) Alſo eine „Enquête-Commiſſion von Experten“, um es in modernem Parlaments- und Zeitungs-Deutſch auszudrücken.

Herzog von Bayern als Baumeiſter in Dienſt genommen, und daß ihm Ingolſtadt als Aufenthalt angewieſen geweſen iſt.

Das Modell der neuen Befeſtigung ſoll 1572 und 1573 angefertigt worden ſein. Aus dieſem Umſtande zu ſchließen, daß auch die Befeſtigung ſelbſt damals gänzlich vollendet geweſen ſei, erſcheint uns nicht unbedingt nothwendig. Damals, wo ſowohl die Kunſt des geometriſchen und perſpectiviſchen Zeichnens, wie auch unter Laien das Verſtändniß ſolcher Darſtellungsweiſe wenig verbreitet war, wurde viel mehr modellirt als heut; es hat an ſich nichts Unglaubliches, daß die Neubefeſtigung von Ingolſtadt 1573 anticipando im Modell als vollendet dargeſtellt ſein könnte, während in Wirklichkeit noch Manches fehlte.

Daß ſich in den Akten nur Reparaturnachweiſe erhalten haben, kann zufällig ſein; daß die Akten nur bruchſtückweiſe erhalten ſind, wird ja anerkannt.

General Kleemanns Bemerkung: daß ſich von den in Speckles Architectura niedergelegten Ideen in den Werken Ingolſtadts keine Vertretung finde — muß unbedingt zugeſtimmt werden; nur möchten wir zweierlei hinzufügen. Erſtens kam Speckle unbedingt zu ſpät nach Ingolſtadt, als daß er an dem fortifikatoriſchen Grundgedanken noch hätte ändern können, und zweitens giebt er die in ſeiner Architectura „niedergelegten Ideen“ durchaus nicht für ſein fortifikatoriſches Ideal aus.

Die Grundlage des Speckle'ſchen Werkes iſt das Streben, [illegible] Anſehen der hochmüthigen, ſelbſtgefälligen, die Deutſchen herab[illegible] italieniſchen Befeſtigungskünſtler zu untergraben. Er will [illegible] Mängel an ihren eigenen Compoſitionen nachweiſen. Deren [illegible]ches findet er in den „fürgelegten Wehren“ oder „für[illegible] Bollwerken“, d. h., modern geſprochen, in dem altitalie[illegible] [illegible]ionär-Tracé. „So will ich ihnen“, ſagt er wörtlich, [illegible] [illegible]chen fürgelegten Bollwerken antworten, doch auf meine [illegible] heißt doch unverkennbar: Ich nehme den Grundge[illegible] [illegible]ener an, aber nur um zu zeigen, daß man ihn [illegible] [illegible]alten und ausbilden kann. Noch mehr ver[illegible] Ideengang durch den Satz: „Ob ich wohl noch [illegible] (ſo über die Maßen feſt ſind) vorzuſtellen [illegible] allein bei Dieſem geblieben.“ Speckle ſagt [illegible] Baſtionsfronten haben, ſo will ich euch [illegible]ten müßtet; ich meinestheils wüßt' es

auch noch anders und beſſer als mit euren italieniſchen fürgelegten Bollwerken zu machen.“ Was er ſich dabei gedacht hat, darüber fehlt es freilich an jedem Anhalte.

Hundert Jahre nach der eben beſprochenen Neubefeſtigung erfuhr Ingolſtadt eine neue zeitgemäße Umgeſtaltung. Die alten Bollwerke und Rondele an den Polygonecken wurden — zum Theil durch Gräben vom Hauptwall noch ſicherer abgeſchnitten — zu Kavalieren, und vor denſelben wurden inſelartig im Waſſergraben gelegene Erdbaſtione erbaut. Die drei längſten Fronten erhielten auch noch Zwiſchenbaſtione.

Der Concipient dieſes im Stile der Zeit geſchickt angeordneten Verſtärkungsbaues war Chriſtoph Heidemann, von dem 1664 eine „Architectura militaris“ und 1673 eine „neu herfürgegebene Kriegsarchitektur“ publicirt worden iſt. Jetzt erſt erhielt der Platz einen ſoliden Brückenkopf in Hornwerksform vor dem Donauthore auf dem rechten Ufer des nördlichen Donauarmes.

Den von Heidemann ihr gegebenen Charakter hat die Feſtung Ingolſtadt im Weſentlichen bewahrt bis zu ihrem Ende. Dieſes bereitete ihr Napoleon, der 1800 die Schleifung des Platzes anordnete und alsbald in Angriff nehmen ließ. Es war nicht ſchwer, den zur Zeit ohnehin ziemlich verfallenen Platz ſo weit zu ſchwächen, daß er für vertheidigungsunfähig gelten konnte, ohne daß ſehr umfangreiche Abbruchs- und Einebnungsarbeiten nöthig geweſen wären. Eben deshalb konnte man auch leicht an Wiederherſtellung des Platzes denken, was in den nächſten Kriegsjahren von öſterreichiſcher, von franzöſiſcher und von bayeriſcher Seite auch geſchehen, aber über das Darandenken nicht hinausgekommen iſt.

General Kleemann hat die Geſchichte der Feſtung Ingolſtadt nur „bis 1815“ ſchreiben wollen; er hält ſich ſtreng an ſein Programm und wirft auch nicht den flüchtigſten Blick über die ſelbſtgezogene Grenze hinüber in die Gegenwart.

Für die Entwickelungsgeſchichte des Kriegsbauweſens in Deutſchland iſt Ingolſtadt durch den Neubau des 16. Jahrhunderts ein intereſſantes und lehrreiches Beiſpiel, für die Belagerungsgeſchichte bietet es wenig, denn es hat zwar zu verſchiedenen Zeiten mehr oder weniger ernſte Anläufe, aber nicht eine durchgeführte Belagerung erlebt.

General Kleemann hat ſehr emſig alle einſchlägigen bayeriſchen Archive durchſtöbert und viele Einzelheiten über Baupraxis, Arbeiter-

geſtellung und Löhnung, Materialbeſchaffung, Arbeitsdispoſitionen, Armirung, Approviſionirung, Wachtdienſt u. ſ. w. zuſammengetragen.

Einige ſehr intereſſante Schriftſtücke ſind als Beilagen diplomatiſch treu wiedergegeben. Leider diplomatiſch treu — wird wahrſcheinlich der Setzer geſeufzt haben und mancher Leſer ſeufzen. Als Beleg geben wir den erſten Satz der Beilage 2 wieder:

„Jörgen vonn Hafflang, Pflegers, Jerg Stern Zuig vnnd Paumaiſterß Vnnd Jörgen Weinmaiſters, Zolners zu Ingolſtadt, auff ainen ffſtl. an ſie außgangen Beuelch, vnderthéniges getreuliches gedenckhen, wie Ingolſtadt, Im fal ainer beſorgendten belegerung beſetzt und prouantiert ſoll werden, auffs khürzeſt begriffen. Den 14. May anno ect 1558.“

Wie Viele werden wohl, wenn ſie von „Preuen“ und „pöckhen“ leſen, nicht gleich verſtehen, daß Brauer und Bäcker gemeint ſind. U. ſ. w.

Recht beſchwerlich zu leſen nach Stil wie Orthographie, aber ſehr belohnend, iſt auch Beilage 3, ein „Bericht des Feld- und Landzeugmeiſters Freiherrn von Sprintzenſtein 1590“. Erſichtlich hatte der Landesfürſt dieſen hohen Beamten zu einer außerordentlichen Inſpicirung von München nach Ingolſtadt geſendet, um durch einen unbetheiligten Sachverſtändigen ein unbefangenes Gutachten über die Verhältniſſe des Platzes in fortifikatoriſcher und allgemein militäriſcher Beziehung zu gewinnen.

Wir citiren einen beliebigen kurzen Satz aus dieſem Inſpicirungsberichte, um zu erläutern, wie wir glauben, daß zur Erleichterung des Leſens das Original hätte umgeſtaltet werden können, ohne ſeinem Weſen zu nahe zu treten:

„Fürs Zwölfte. Weil meines Wiſſens in Rathſchlägen bisher von nachfolgenden Punkten nichts traktirt worden, acht' ich, meiner Einfalt nach, für eine Nothdurft, wenn ſich ein Belagerung (was Gott verhüte) bei der Feſte Ingolſtadt zutragen ſoll — del Calzar et Vestir *) des Soldaten auch Meldung geſchehen ſoll, denn

*) Fuß- und Leibbekleidung. Der Schreiber gebraucht die italieniſchen Ausdrücke aus Feinheit. Wenn er ſpäterhin ſeinem Landesherrn gegenüber von ſo gemeinen Dingen wie Schuhen oder gar Hoſen ſpricht, ſetzt er in Parentheſe entſchuldigend und vorbereitend: „mit Reverenz zu melden.“

Digitized by Google

wenn in einer Feſte, ſonderlich in den ſtrengen Wintern, die Sol-
daten (reverendo zu melden) nicht wohl beſchuht und gekleidet,
wenn ſie die kalten Lüfte auf den Schildwachen durchgehen, werden
ſie bald krank, müſſen zuletzt die Haut gar daran ſtrecken.

In einer Feſtung ſind drei Hauptartikel, als: Proviant und
andre gute Munition.

Zum Andern: Wo der Soldat (Reverenz zu melden) wohl
beſchuht, gewandet und ſich reinlich erhalten hat, ſo bleibt er lange
friſch, ſtark und geſund.

Fürs Dritte: Wohlqualificirte Soldaten, welcher Artikel ſich
weit erſtrecken thut. Ein wohlqualificirter Soldat muß Gott und
ſeine Obrigkeit recht fürchten, beherzt, treu, nüchtern, emſig und
fleißig ſein.

Wo dieſe drei Punkte in einer Stadt oder Feſtung perfekt
maintenirt werden, ſteht es wohl."

Eine zweite Belegſtelle geben wir diplomatiſch treu wieder;
erklären ſie aber vorab.

Die Vertheidigung des Platzes lag nach den Landesgeſetzen
der Bürgerſchaft ob. Um dieſe aber im Frieden ihrem Gewerbe
nicht zu entziehen nnd im Kriegsfalle ihr Anhalt und Vorbild zu
gewähren, wurden einige hundert Mann Berufsſoldaten in Sold
gehalten, die den Wach- nnd Sicherheitsdienſt verſahen. Dieſe
bildeten die eigentliche „Garniſon" oder — mit dem damals meiſt
gebräuchlichen italieniſchen Wort — die „guardia".

Für dieſe empfiehlt der Sprintzenſtein'ſche Inſpicirungsbericht
die Einführung einer gleichen Kleidung, die für jeden Mann
beſchafft, aber ihm auf ſeinen Sold angerechnet werden ſolle. Wenn
ein Solcher zu irgend einer Zeit ehrlich und ordentlich ſein Ver-
hältniß löſe, ſo ſolle er ſich mit ſeinem Erſatzmann einigen und
dieſem auch ſeine Montur gegen entſprechende Entſchädigung über-
laſſen.

Dieſer Vorſchlag lautet im Original:

... „gleichwol Zierliche Claidung khainman ſchlaggt, So iſt es
doch gar leichtlich dahin zebringen, das ein Iedlicher Schütz bei der
Inglſtettiſchen Quardj In Abſchlag ſeiner beſoldung Ain Schützen-
röckhel, und von dergleichen Tuch (reverenz zumelden) Ain Galliotiſch
par hoſen Annemen vnnd welcher ſich vnter Ihnen anfthain leſt, der
Annder ſo Eindritt, vmb ſolches Schützenröckhel, vnnd hoſen (nachdem
es Alt oder New) die billichkeit gemäß, ſich mit Ime dem beurlaubten

vergleichen ſoll, damit ſteets dergleichen Schützenclaidung bei den Schützenleuthen bleiben thuet.“

Es iſt nicht zu leugnen, daß der Originaltext ein treuherzig naives Zeitkolorit hat, und wer ſich die Mühe nicht verdrießen läßt, ſich hineinzuleſen, wird Unterhaltung und kulturhiſtoriſche Belehrung finden.

Die fleißige Arbeit des General Kleemann ſei alſo beſtens empfohlen. S.

4.

Das deutſche Feldartillerie-Material und deſſen taktiſche Verwerthung. Mit ſpezieller Rückſicht auf Infanterie- und Cavallerie-Offiziere von Th. Kriebel, Oberſt a. D. München 1882. J. Lindauer'ſche Buchhandlung. 576 Seiten 8°. Preis Mark 6,50.

Der Herr Verfaſſer beabſichtigt, für die Offiziere der Infanterie und Kavallerie ꝛc. eine Artillerielehre zu geben, aus der ſie alles über die Feldartillerie im Gefecht oder Manöver für ſie Wiſſenswerthe erſehen können. Wir glauben, daß der Inhalt des Werkes aber mehr bietet und namentlich in einigen Kapiteln einem vollſtändigen Feldartillerie-Handbuch nahe kommt, aus welchem alles für das Material und deſſen Gebrauch irgend Wichtige entnommen werden kann. Hierdurch hat das Werk auch einen Umfang gewonnen, den der Herr Verfaſſer ſelbſt nicht beabſichtigt hatte (ſ. Schlußwort), und es entſteht hieraus mit Rückſicht auf den Zweck, den der Herr Verfaſſer im Auge hatte, die Mühe für die Leſer, die nicht der Artillerie angehören, das für ſie Wichtige herausſuchen zu müſſen. Bei der Klarheit und Ueberſichtlichkeit in der Eintheilung des Stoffes und dem ſehr eingehenden Inhaltsverzeichniß wird dies freilich keine großen Schwierigkeiten haben. Der Inhalt theilt ſich in zwei Theile, von denen im erſten das Material und alles, was damit direkt oder indirekt zuſammenhängt, alſo auch die ganze Fahr- und Exerzirſchule, ſowie das Schießen ꝛc. beſprochen wird. In dieſem Theil dürfte der erſte die Konſtruktionsverhältniſſe behandelnde Abſchnitt dem vom Herrn Verfaſſer zunächſt beabſichtigten

Zweck durch Klarheit und Kürze am beſten entſprechen, nur glauben wir, daß die Beigabe einiger Skizzen ſehr von Nutzen geweſen wäre, da es nicht jedem außerhalb der Artillerie ſtehenden Leſer möglich ſein dürfte, wie es der Autor ſich denkt, die gegebene Beſchreibung mit dem Material ſelbſt vergleichen zu können.

In den folgenden Abſchnitten dieſes Theils ſind unſeres Erachtens manche den Nichtartilleriſten kaum intereſſirende Details, z. B. über die Behandlung und gute Erhaltung des Materials, Reparaturen, über Schirren, Satteln und Packen ꝛc. enthalten. Hierbei haben auch einige Details Aufnahme gefunden, die nur für die Bayeriſche Artillerie Gültigkeit haben, ohne daß dies genügend hervorgehoben iſt; — wir nehmen an, daß das Werk durchaus nicht allein für die Bayeriſche Armee beſtimmt iſt.

Der zweite Theil des Werkes iſt betitelt: Ueber taktiſche Verwendung der Feldartillerie, und bietet eine Studie des Herrn Verfaſſers über artilleriſtiſch-taktiſche Fragen, die in jüngſter Zeit vielfach behandelt und der endlichen Klärung nahe gerückt ſind.

Dieſer Theil hat dadurch noch ein beſonderes Intereſſe, daß er die geſammte bezügliche Litteratur ſeit 1870 eingehend reſümirt und kritiſch beleuchtet. Der vierte Abſchnitt des Exerzirreglements der Feldartillerie, der das Gefecht der Artillerie behandelt, iſt unverkürzt abgedruckt, was wir bei ſeiner Wichtigkeit auch für die Offiziere anderer Waffen nur billigen können. Beſonders eingehend ſind ferner die v. Schell'ſchen Studien über Taktik der Feldartillerie (1. und 2. Auflage), die Werke von Hoffbauer ſowie die ſonſtige betreffende Litteratur ſeit 1876 (aus den v. Löbell'ſchen Jahresberichten) behandelt. Die eigenen Anſichten über die wichtigſten taktiſchen Themas der Feldartillerie hatte der Herr Verfaſſer in einem ſchon im Jahre 1876 gehaltenen Vortrage dargelegt, der dieſem Theile einverleibt iſt, und an den weitere Studien geknüpft ſind.

Wir glauben, daß dieſer zweite Theil des Werkes allen denen ſehr willkommen ſein wird, die ſich für die neueren Anſichten über die in künftigen Kriegen zweckmäßigſte Verwendung und Führung der Artillerie intereſſiren, ohne Zeit oder Gelegenheit zu haben, die betreffende Litteratur genau durchſtudiren und kritiſch vergleichen zu können.

Zum Schluß iſt noch der neueſte 1882 erſchienene Entwurf der Schießinſtruktion für Feldartillerie und eine Zuſammen-

ſtellung über Einrichtung und Leiſtungsfähigkeit des franzöſiſchen, ruſſiſchen, öſterreichiſchen und italieniſchen Feldartillerie-Materials als Nachtrag zum erſten Theil des Werkes angefügt.

Das äußerlich ſehr gut ausgeſtattete Werk iſt allen denen, die ſich über die deutſche Feldartillerie genauer unterrichten wollen, als bequemes, alles Wiſſenswerthe umfaſſendes Handbuch zu empfehlen.

5.

Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht. Hannover 1883. Helwing'ſche Verlagsbuchhandlung. 155 Seiten 8°. Preis Mark 2,00.

Das unter obigem Titel ohne Nennung des Verfaſſers erſchienene Werk verfolgt den Zweck, die höhern Truppenbefehlshaber, die im Manöver ſowohl wie im Kriege die Artillerie verwenden ſollen und ihr hierzu, ebenſo wie den andern Waffen, beſtimmte Befehle zu geben haben, mit dem Weſen dieſer ihnen im Allgemeinen ferner liegenden Waffe und ihrer Führung vertraut zu machen, in der richtigen Erkenntniß, daß jeder, der ein Werkzeug gebrauchen ſoll, mit deſſen Eigenſchaften, Leiſtungsfähigkeit und Führung vertraut ſein muß, wenn er davon den vortheilhafteſten und das Werkzeug ſelbſt nicht unnütz abnutzenden Gebrauch machen will.

Dieſe Aufgabe löſt der ungenannte Verfaſſer in einer äußerſt lebendigen klaren Sprache, die den Leſer feſſelt und anregt. Man fühlt es überall heraus, daß der Verfaſſer im Frieden und im Kriege reichlich Erfahrungen gemacht hat und bei aller Begeiſterung für ſeine Waffe doch nicht blind für die bei ihrem Gebrauch gemachten Fehler iſt, — wie ſolche bei Friedensmanövern und Exerzir- und Schießübungen ſich ja häufig genug einem unbefangenen Auge darbieten und in dem vorliegenden Werke mehrfach draſtiſch genug beſprochen werden. Der Freimuth, mit dem dies geſchieht, hält ſich aber allein an die Sache und kann Niemanden verletzen, zumal die Vorſchläge, wie im Manöver und im Gefecht derartige Fehler zu vermeiden ſind, durchaus nicht fehlen.

Das Werk iſt in dieſer Hinſicht nicht nur für die außerhalb der Artillerie ſtehenden Befehlshaber und ſolche, die ſich dazu heranbilden wollen, ſondern in noch höherm Grade auch für jeden Feldartilleriſten äußerſt lehrreich und intereſſant.

Das Werk beſpricht zunächſt die Waffenwirkung der Feldartillerie und faßt dieſelben in 5 Theſen zuſammen, die wir, als charakteriſtiſch, hier folgen laſſen. Der Verfaſſer ſtellt die Leiſtungsfähigkeit der Feldartillerie in folgender Faſſung feſt:

„Eine jede Batterie vermag heutzutage in dem Zeitraum einer Viertelſtunde:

1) Bis 4000 m jede Marſchkolonne oder Rendezvousformation von mindeſtens der Stärke eines Regiments zum Aufmarſch bezw. Stellungswechſel zu nöthigen;
2) bis auf 3000 m jede Marſchkolonne oder Bataillonskolonne zur Entwickelung zu zwingen;
3) bis auf 2000 m jeden feſtſtehenden Gegner von nicht über 150 Schritt Frontbreite kampfunfähig zu machen;
4) jede von 2000 m bis 1000 m avancirende Infanterie von nicht über 150 Schritt Frontbreite auf dieſer Strecke zum Stehen zu bringen;
5) bis auf 1000 m auch das kleinſte Ziel zu vernichten.“

In dem folgenden, das „Abtheilungs-Exerziren“ beſprechenden Kapitel wird u. A. ausgeführt, daß der Krieg nur höchſt ſelten einer Abtheilung Gelegenheit geben wird, in der Weiſe aufzutreten, wie ſie dies im Frieden auf dem Exerzir- und Schießplatz ſowie auf dem Manöverfeld zu thun gewohnt iſt. Das folgende dritte Kapitel beſpricht die eigentliche artilleriſtiſche Führung der Batterien und iſt in die Unterabſchnitte: das Einſchießen der Batterien — artilleriſtiſche Anforderungen an den Truppenführer — Manövereindrücke — allgemeine Gefechtsverhältniſſe — die Rekognoscirung — die Führung im wechſelnden Terrain — getheilt.

Das vierte und letzte Kapitel beſpricht die Vereinigung der artilleriſtiſchen Führung der Artillerie mit ihrer taktiſchen Verwendung.

Unſere Artillerie wird in den künftigen Feldzügen einen viel ſchwereren Stand als im Kriege 1870/71 haben, da alle fremden Artillerien jetzt ebenfalls ein Material haben, welches dem unſern keineswegs nachſteht, und es auch zu gebrauchen wiſſen, und da

ferner überall der Ausbildung des Infanteriefeuers auf weiterer Entfernung eine hohe Bedeutung beigelegt wird.

Unſere im Feldzug 1870/71 gemachten Erfahrungen ſind daher nicht ohne Weiteres für kommende Kriege maßgebend. Eine Beſprechung der neuen vorausſichtlichen Verhältniſſe, wie ſie das vorliegende Werk bietet, iſt daher unter allen Umſtänden willkommen, zumal dieſelbe theilweis von neuen Geſichtspunkten ausgeht und ſomit weſentlich zur Klärung beiträgt. Das Werk iſt Jedem, der ſich für die Führung der Artillerie beim Manöver und im Ernſtfall intereſſirt, und beſonders auch allen Artillerieoffizieren dringend zu empfehlen; es iſt viel daraus zu lernen und giebt viel zu denken.

6.

Die Geſchützbedienung der Fußartillerie. Ein Hülfsbuch für die Ausbildung am Geſchütz von v. Scheve, Hauptmann. Erſtes Heft: Die Bedienung eines Geſchützes mit Flachkeilverſchluß in Belagerungslaffete. Berlin 1882. Voſſiſche Buchhandlung. 124 Seiten 8°. M. 1,20.

Der Herr Verfaſſer beabſichtigt in dem vorliegenden Werk, deſſen erſtes Heft vorliegt, alle auf die reglementariſche Bedienung beim Schießen aus Feſtungs- und Belagerungsgeſchützen bezughabenden Vorſchriften, die in dem Exerzirreglement, der Anleitung für die Bedienung und in den ergänzenden Verfügungen der Königlichen General-Inſpektion der Artillerie enthalten ſind, ſo zuſammenzuſtellen, daß man die jeden einzelnen Punkt betreffenden Beſtimmungen ꝛc. bequem beiſammen hat und ſicher iſt, Nichts zu überſehen.

Als Grundlage iſt das Exerzirreglement genommen, und bei jedem Paragraphen deſſelben ſind die auf den Inhalt deſſelben bezughabenden Stellen der Anleitung für die Bedienung ꝛc. an der bezüglichen Stelle wortgetreu eingeſchaltet. Außerdem hat der Herr Verfaſſer aus ſeiner eigenen Praxis bei der Lehrkompagnie der Artillerie-Schießſchule ſchätzenswerthe Empfehlungen und Hinweiſe für die praktiſche Ausführung hinzugefügt.

Durch vorgeſetzte Buchſtaben, beſonders aber durch Wahl verſchiedener Schriftarten iſt in ſehr klarer Weiſe kenntlich gemacht, ob der betreffende Satz dem Reglement, bezw. der Anleitung ꝛc. entnommen iſt oder vom Verfaſſer ſelbſt herrührt.

Das aus der Praxis hervorgegangene Werk wird in der Praxis bei der Ausbildung der Fußartillerie am Geſchütz und beim Schießen ſelbſt von großem Nutzen ſein; es iſt den Offizieren dieſer Waffe wie den älteren Avancirten derſelben als bequemes und zuverläſſiges Hülfsbuch zu empfehlen, und dürfte ein baldiges Erſcheinen der andern Hefte für dieſe ſehr erwünſcht ſein.

7.

Gefechtsmethode der ſchweizeriſchen Feldartillerie von Ulrich Wille, Oberſtlieutenant und Inſtruktor der ſchweizeriſchen Artillerie. 31 Seiten gr. 8°. Frauenfeld, Verlag von J. Huber. 1882. Preis M. 0,80.

Das vorliegende Heft des rühmlichſt bekannten Herrn Verfaſſers iſt nach dem Vorwort beſtimmt, als Entwurf für den in das neu herauszugebende Handbuch für Artillerie-Offiziere ſpäter aufzunehmenden entſprechenden Abſchnitt zu dienen. Der Herr Verfaſſer beabſichtigt dadurch, daß er dieſen Entwurf der allſeitigen Beurtheilung unterwirft, zur Abklärung der Begriffe beizutragen und auf dieſe Art vielleicht den offiziellen Vorſchriften vorzuarbeiten.

Der Entwurf iſt nach Art eines erweiterten Reglements aufgeſtellt, und dürfte ſein Inhalt auch wohl den in der Schweiz momentan gültigen Vorſchriften und den dort in maßgebenden Kreiſen über die Führung der Feldartillerie herrſchenden Anſichten entſprechen.

Daß dieſe Anſichten auf der Höhe der Zeit ſtehen, iſt bei der rühmlichſt bekannten Rührigkeit der ſchweizer Artillerie ſelbſtverſtändlich.

Weſentliche Abweichungen von den bei uns gültigen Beſtimmungen ſind daher auch nicht zu konſtatiren. Dem Artillerie-

kommandeur iſt eine etwas größere Selbſtſtändigkeit dem Truppen-befehlshaber gegenüber inſofern vindicirt worden, als ihm die Wahl der Ziele, gegen welche geſchoſſen werden ſoll, und namentlich das Anordnen eines Stellungswechſels allein überlaſſen iſt.

Ferner wird bei der Vertheidigung, um Terrainfalten ꝛc. zu überwachen, ein Detachiren einzelner Züge für zuläſſig erklärt, eine Maßregel, der wir nicht das Wort reden möchten, wenn ſie nicht vielleicht durch die eigenthümlichen Terrainverhältniſſe der Schweiz unabweislich bedingt ſein ſollte.

HYDROGRAPHISCHES AMT · BIBLIOTHEK · S.M. KRIEGS MARINE

Digitized by Google

o8
om
efe
er
Ln
be
No
iel
nc

Digitized by Google

VII.

Ueber das Schieſsen aus Feldgeſchützen gegen gedeckte Truppen.

(Aus dem italien. Giornale d'artiglieria e genio mit Zuſtimmung des Verfaſſers, A. Clavarino, Hauptmann d. Artillerie.)

„Obwohl der direkte Schuß ſich am meiſten für die Wirkung der Feldartillerie eignet, ſo geht daraus noch nicht ein völliges Ausſchließen der andern Schußarten hervor.

Zu den Zeiten der glatten Artillerie war es eine allgemeine Forderung, daß die mit einem Hohlgeſchoß ausgerüſteten Feldgeſchütze (Kanonen größeren Kalibers und Haubitzen) im Stande waren, neben dem direkten Schuß noch einen Bogenſchuß unter nicht zu großen Elevationswinkeln auszuführen. Die Anwendung dieſes Schuſſes erhielt ſich auch bei den gezogenen Geſchützen; nur die preußiſche Artillerie erachtete nach dem Kriege von 1866 den Fortfall dieſer Schußart für angemeſſen, und wir beſolgten ihr Beiſpiel für die 7 cm-Kanone. Die ſ. Z. hierfür geltend gemachten Gründe, die Schwierigkeit der Entzündung der kleinen Kartuſchen und andererſeits die Möglichkeit, mit dem Shrapnelſchuß den indirekten Granatſchuß vortheilhaft erſetzen zu können, — erſcheinen mir nicht beſonders überzeugend."

In dieſer Weiſe ſprach ich mich vor ſechs Jahren in einem Aufſatz aus, welchen dieſes Journal (Giorn. d'artigl. e genio 1876 Seite 1142) anerkennend erwähnte, ohne jedoch einige meiner Anſchauungen zu theilen, welche ich hinſichtlich der Grundſätze für die Aufſtellung eines Feldartillerie-Syſtems nach den modernen Anforderungen auseinander zu ſetzen für gut fand. Die Zeit hat inzwiſchen in einigen Punkten meiner damaligen Vorausſicht Gerechtigkeit widerfahren laſſen.

In der durch jenen Artikel behandelten Frage des indirekten Schuſſes aus Feldgeſchützen befand ich mich in Widerſpruch mit

Digitized by Google

der überwiegenden Mehrzahl, wenn nicht mit der Geſammtheit der Artilleriſten, und wenn ich einige Artillerien nennen kann, bei denen die Verwendung kleiner Kartuſchen für den Bogenſchuß ſich erhielt, ſo haben doch meine Gegner leichtes Spiel ſowohl durch die Zahl wie durch die Bedeutung der Beiſpiele, die ſie den meinigen entgegenzuſtellen haben.

Es will mir indeß ſcheinen, als ob die Anſchauungen auch in dieſer Frage einer Umwandlung entgegengehen. Wenn auch dieſer Frage noch nicht diejenige Beachtung geſchenkt wird, die ſie meines Erachtens beanſpruchen darf, ſo ſind doch Anzeichen vorhanden (und ich werde ſie nachher auseinanderſetzen), die mir die Gewißheit geben, daß ich mich nicht auf dem falſchen Wege befand, als ich ich es unternahm, meine Anſichten gegen das, was bei uns und anderswo geſchah oder ſich vorbereitete, auszuſprechen.

Eng verbunden mit der vorſtehenden Angelegenheit iſt diejenige des indirekten Richtens, welche neuerdings durch die Initiative eines unſerer Korps-Kommandeure angeregt worden, der mit Recht wegen der Unthätigkeit beſorgt iſt, zu welcher ſich die Batterien jedesmal da verurtheilt ſehen, wo die Beſchaffenheit des Terrains die feindlichen Truppen ihrer Sicht entzieht.

Beſitzt das Hinderniß, welches ſich zwiſchen Ziel und Batterie befindet, eine ſolche Lage und derartige Profilverhältniſſe, daß es die Schüſſe mit der unſeren Feldkanonen allein verbliebenen Gebrauchsladung nicht aufzufangen vermag, dann wird das Hülfsmittel des indirekten Richtens genügen, um das Feuer eröffnen und bis zur gewünſchten Wirkung durchführen zu können.

Es genügt aber nicht, wenn die Schüſſe durch das Hinderniß aufgefangen werden. Und in dieſem Falle, der keineswegs ſelten, ſondern ſogar, wie ich nicht anſtehe zu behaupten, häufiger als der andere vorkommt, iſt es durchaus nothwendig, zum indirekten Schuß d. h. zum Schießen mit verminderten Ladungen überzugehen.

Alſo nicht allein indirektes Richten, ſondern auch indirektes Schießen.

Beides iſt erforderlich, um der Feldartillerie jene Unabhängigkeit von der Bodengeſtaltung zu geben, deren Bedürfniß in unſerem Lande noch mehr wie in anderen hervortritt und welches andererſeits in der Truppe ſelbſt ſich durch das Streben geltend macht, ſich durch Schützengräben und andere Arbeiten der flüchtigen Befeſtigung möglichſt gegen die Wirkung des direkten Schuſſes zu ſichern.

Der Wunſch, nach Kräften zu der Verwirklichung aller Fortſchritte beizutragen, welche, rechtzeitig ins Werk geſetzt, nicht unerhebliche Elemente eines Sieges werden können, hat meine Aufmerkſamkeit auf die Art und Weiſe der Löſung dieſer beiden Aufgaben gelenkt.

Indem ich mir die Behandlung eines Richtverfahrens gegen ein von der Batterie aus nicht ſichtbares Ziel vorbehalte, laſſe ich nunmehr einige Betrachtungen über den indirekten Schuß aus Feldgeſchützen folgen.

Betrachtungen über den indirekten Schuß der Feldartillerie.

Von weſentlicher Bedeutung für das Aufgeben der kleinen Ladungen bei den Feldgeſchützen war die Ueberlegung, daß die Anwendung des Shrapnelſchuſſes von beſonderer Wirkſamkeit ſei, wo es ſich darum handle, Truppen aus natürlichen oder künſtlichen Deckungen zu delogiren. Dieſe wohl mit etwas zu viel Leichtigkeit aufgeſtellte Behauptung iſt durch die Thatſachen widerlegt worden. Heutzutage iſt es bis zur Evidenz praktiſch erprobt, daß ein Shrapnelſchießen der Feldartillerie in der augenblicklichen Ausführung, gegen Truppen hinter Deckungen ſelbſt leichten Profils, wie es die üblichen Gefechtsverſchanzungen ſind, wirkungslos bleibt. Und es bedeutet ein abſichtliches Verharren in der Täuſchung, wenn die Handbücher der Artillerie den Fall eines Shrapnelſchießens gegen völlig der Sicht entzogene und gedeckte Truppen behandeln.

Die neuerdings bei uns eingeführte „Vorſchrift für das Richten und Schießen aus Feld- und Belagerungsgeſchützen“ ſchreibt für das Shrapnelſchießen gegen gedeckt ſtehende Truppen, auf mittleren Entfernungen zunächſt die Erzielung einer engeren Gabel von 50 m vor und hält die Batterie für eingeſchoſſen, wenn 1/4 oder 1/2 der Sprengpunkte hinter die Deckung fallen.

Unterſuchen wir jetzt, welcher Art die Wirkung eines ſolchen Schießens gegen eine Infanterielinie ſein kann, welche in knieender oder gebückter Stellung ſich hinter einer Erdaufſchüttung von 1,3 m Höhe, alſo einer mittleren Höhe unter den für Feldverſchanzungen gebräuchlichen, befindet.

Die Deckung des Feindes ſei ein Feld-Profil nach Brialmont: Bruſtwehr 0,8 m über; Grabenſohle 0,5 m unter Terrain; obere Grabenbreite = 2,25 m.

Nehmen wir als die kleinſte Entfernung, auf welcher die Artillerie das Feuer gegen gedeckte Infanterie in einer Vertheidigungsſtellung eröffnen kann, 1500 m an. Bei der Wahl dieſer Entfernung an Stelle einer noch kleineren, auf der man unter beſonders günſtigen Umſtänden vielleicht Aufſtellung nehmen könnte, verbeſſern ſich die Schießbedingungen um ſo mehr, als mit der Entfernung gleichzeitig die Einfallwinkel wachſen.

Als Geſchütz nehmen wir unſere 9 cm-Feldkanone. Werden die oben angeführten Schießregeln befolgt, ſo wird die mittlere Flugbahn des Shrapnels nahezu in die obere Kante der Deckung gelegt. Da die Höhe des Raumes für 50 pCt. aller Schüſſe auf der genannten Entfernung 0,78 m beträgt, ſo wird die höchſte Flugbahn nicht höher als 1,6 m über der Bruſtwehrkrete liegen. Das Maximum an Wirkung wird erreicht, wenn die Sprengpunkte des Shrapnels in der Höhe dieſer (höchſten) Flugbahn und gleichzeitig in einem ſolchen Abſtande von der Krete liegen, daß dieſe letztere von den tiefſten Kugeln des Streuungskegels geſtreift wird.

Wir nehmen den halben Scheitelwinkel dieſes Kegels auf 1500 m zu 7 Grad an, nicht ohne zu bemerken, daß dieſer Werth den wirklichen wahrſcheinlich überſteigt.*)

Addirt man zu dem halben Streuungskegelwinkel den Fallwinkel von ca. 4°, ſo ergiebt ſich ein Winkel von 11° zur Horizontalen für die am tiefſten gehenden und die Bruſtwehrkrone ſtreifenden Kugeln. Setzt man die Bruſtwehrkrete als das Terrain um 0,8 m überragend voraus, ſo trifft die angegebene tiefſte Linie der Sprenggarbe das Terrain erſt in einem Abſtande von $0{,}8 \times \operatorname{ctg} 11° = 4{,}12$ m rückwärts der Bruſtwehrkrete; es beſteht daher unterhalb der durch die Shrapnelkugeln beſtrichenen Zone ein Raum von hinreichender Höhe, um einer oder zwei Reihen von Soldaten den völlig ſicheren Aufenthalt in der Verſchanzung zu geſtatten, da die Sohle des Grabens hinter der Bruſtwehr als um $0{,}8 + 0{,}5 = 1{,}3$ m unter der Krete liegend anzunehmen iſt.

Es bleibt indeß zu beachten, daß eine Lage des Sprengpunktes unter den vorerwähnten Bedingungen nur eine ſehr geringe Wahr-

*) Die preußiſche Artillerie nimmt ihn zu 6 Grad an; ebenſo wurde er vom Kapitain Pedrazzoli für unſere 7 cm-Kanone berechnet. Viel niedriger beſtimmt ihn der Major Nicholſon für die Bodenkammerſhrapnels der engliſchen Artillerie. D. Verf.

ſcheinlichkeit für ſich hat. Da nämlich die mittlere Flugbahn gerade über die Bruſtwehrkrone hinweggeht, ſo erhellt, daß bei der einen Hälfte der Schüſſe die Kugeln des mittleren unteren Streuungskegels vollſtändig und diejenigen des mittleren oberen zum Theil von der Deckung aufgefangen werden.

Was die andere Hälfte der Flugbahnen angeht, ſo könnten ſie bei der Innehaltung unſerer Schießinſtruktion zum Zweck des Einſchießens unter Umſtänden ſämmtlich hinter die Deckung verlegt werden; wenn indeß nicht ſämmtlich, ſo doch ſicherlich zu ihrer Hälfte, d. h. zu 1/4 der Geſammtſchußzahl.

Bei der günſtigſten aller Bedingungen wird alſo die gewünſchte Flugbahn in dieſem Viertel liegen müſſen. Als die am weiteſten von der mittleren ſich entfernende Flugbahn hat dieſelbe nur einen ſehr geringen Wahrſcheinlichkeitsfaktor für ſich, und wenn man ſchließlich die Streuung der Sprengpunkte in der Flugbahn in Rechnung zieht, ſo gelangt man zu dem Ergebniß, daß ein Schießen nach dem oben beſprochenen Verfahren weit entfernt iſt, Sprengpunkte unter den vorſtehend erläuterten Verhältniſſen, geſchweige denn Treffer in den Zielen ſelbſt zu liefern.

Auf Entfernungen über 1500 m kommt die Zunahme des Fallwinkels und gleichzeitig des Winkels des Streuungskegels der Wirkſamkeit des Shrapnelſchuſſes zu Gute. Nimmt man indeß auf der Entfernung von 2000 m, worüber hinaus man das Shrapnelfeuer wohl ſchwerlich ausdehnen kann, den halben Scheitelwinkel des Streuungskegels zu 8° ſtatt 7° bei 1500 m an, ſo würde man noch immer nicht einen Fallwinkel von genügender Größe erhalten, um mit den tiefſten Kugeln der Sprenggarbe die innere Böſchung der Deckung beſtreichen zu können. Ich ſehe hierbei, wohlverſtanden, noch völlig von jenen anderen Verhältniſſen ab, welche, wie oben bewieſen, dem Schießen, namentlich bei der hierfür maßgebenden Inſtruktion, jede Wahrſcheinlichkeit einer Wirkung benehmen.

Und jetzt möge man mir den Zweifel zu Gute halten, den ich, wie aus dem eingangs angeführten Aufſatz hervorgeht, ſeit jeher in Betreff der Wirkſamkeit des direkten Shrapnelſchuſſes gegen Truppen hinter zufälligen Deckungen des Geländes oder künſtlichen Verſchanzungen gehegt habe.

Durch die größeren Geſchwindigkeiten, die man den Geſchoſſen zu geben bemüht geweſen, und die damit verbundene Verringerung der Fallwinkel, endlich auch durch das wachſende Streben in den

Heeren nach möglichſt ausgedehnter Verwendung von Feldbefeſtigungen, wovon der letzte orientaliſche Krieg beredtes Zeugniß giebt, — iſt der Uebelſtand immer größer geworden.

Und während es ſeltſamer Weiſe noch Leute giebt, die mehr im Nachbeten des Ueberlieferten als aus eigener Ueberzeugung die Möglichkeit einer Shrapnelwirkung gegen ſelbſt vollſtändig der Sicht entzogene gedeckte Truppen behaupten, finden ſich bereits Andere, welche, nachdem ſie die Wirkungsloſigkeit eines ſolchen Schießens eingeſehen, und wie man zu ſagen pflegt, einmal der Schrei der Beunruhigung ertönt iſt, dieſen ſofort mit Vorſchlägen begleiten, deren Annahme einen förmlichen Rückſchritt in der Verwendung der Feldartillerie bezeichnen würde.

Ich meine hiermit die Vorſchläge zur Beifügung kurzer Kanonen, Haubitzen oder Mörſer, deren Beſtimmung der indirekte Schuß ſein würde, zu den augenblicklich beſtehenden Feldbatterien. Den Anfang einer Verwirklichung dieſer Vorſchläge ſehen wir ſowohl bei der ruſſiſchen Artillerie, als auch bei Krupp, in der Konſtruktion von Mörſern kleinen Kalibers, denen man die Bezeichnung Batterie- oder Feldmörſer gegeben.

Die Idee, der Feldarmee einen kleinen Park von Geſchützen folgen zu laſſen zur Bekämpfung von Werken der flüchtigen oder proviſoriſchen Befeſtigung mit ſtarkem Profil und mit Blindagen verſehen, welche der Gegner zur Verſtärkung ſeiner Stellung errichtet und mit Geſchützen von größerer Leiſtungsfähigkeit als derjenigen der Feldgeſchütze armirt — dieſe Idee erſcheint nicht unzeitgemäß, ſie findet Gönner und mag vielleicht lebensfähig ſein. Jene Kommiſſion von Generalen, der man in Frankreich das großentheils todter Buchſtabe gebliebene ſog. Syſtem des Jahres XI verdankt, hatte ebenfalls unter ihre Vorſchläge die Errichtung eines mobilen Belagerungsparks aufgenommen, welcher allen Bewegungen der Armee folgen ſollte und gleichwohl von derſelben Beſchaffenheit war, über deſſen Zeitgemäßheit wir die Artilleriſten von heute diskutiren ſehen.

Das aber, was meines Erachtens ſofort zurückgewieſen werden müßte, das iſt die Kombination auch nur eines einzigen Geſchützes dieſer Art mit den Kanonen der heutigen Feldbatterien.

Sie würde bei dieſen die Eigenſchaft leichter Beweglichkeit verſchlechtern und uns immer von jener Gleichförmigkeit des Materials und des Dienſtes entfernen, welche ein Haupterforderniß für eine

Schlachten-Artillerie bildet. Ich laſſe auch nicht den Einwurf gelten, daß die Nothwendigkeit zu einer ſolchen Maßregel durch das anerkannte Unvermögen unſerer derzeitigen Geſchütze auferlegt werde, da ein ſolches Unvermögen keineswegs beſteht, vielmehr nur dadurch ſich kundgiebt, daß man von den Geſchützen nicht den richtigen Gebrauch macht.

Der Nachweis, wie man beim Granat- wie Shrapnelſchießen mit verringerter Ladung, auch mit den Geſchützen unſerer heutigen Feldartillerie ſehr wohl eine Wirkung gegen Truppen zu erreichen im Stande iſt, welche durch gewöhnliche Feldverſchanzungen oder durch die Bruſtwehren anderer Feldbauten (wenn dieſelben kein zu ſtarkes Profil haben) gedeckt ſind, auch ohne zu erhebliche Komplikationen für die Bedienung und die Munitionsausrüſtung mit in den Kauf zu nehmen — dieſer Nachweis bildet den zweiten Theil dieſes Aufſatzes.

Ueber das Granat- und Shrapnelſchießen mit verringerter Ladung.

Als Ausgangspunkt betrachte ich den Erſatz einer noch zu beſtimmenden Zahl von Gebrauchsladungen in der Munition unſerer 7 und 9 cm-Kanonen durch andere Kartuſchen, welche je aus drei kleinen Kartuſchen zu $1/3$ der jetzigen Ladung beſtehen.

Es wird nicht ſchwer halten, eine Art der Verbindung dieſer drei kleinen Kartuſchen zu einem Ganzen zu ermitteln, welche im Bedarfsfalle eine leichte und raſche Trennung derſelben geſtatten würde.

Ich beſtimme die kleine Kartuſche für den indirekten Schuß.

Die Ladung wird ſich zu 283 g für das 7 cm- und zu 483 g für das 9 cm-Geſchütz ergeben; als Pulver wäre das von 7—11 mm Körnergröße zu wählen.

Bekanntlich erreicht die Gebrauchsladung beider Kanonen ungefähr diejenige des Maximalertrages.

Bei annähernder Berechnung der Einbuße an Geſchwindigkeit durch Verringerung der Ladung wird man für dieſe kleinen Ladungen Anfangsgeſchwindigkeiten von 200 bezw. 250 m annehmen können. Bei dieſen Anfangsgeſchwindigkeiten erhielte man auf der ſchon vorhin in Betracht gezogenen Entfernung von 1500 m Fallwinkel von 21° und 18°.

Da außerdem die Abnahme der Geſchoßgeſchwindigkeit eine

Zunahme des Scheitelwinkels des Streuungskegels bedingt, welche wir zu 2° annehmen, ſo ergeben ſich bei einem halben Scheitelwinkel von nunmehr 8° für die unterſten Kugeln des Streuungskegels Fallwinkel von 29° bezw. 26°.

Auch bei dem kleineren dieſer Winkel reicht der Bruſtwehrkörper einer gewöhnlichen Felddeckung nicht aus, um zu verhindern, daß die Kugeln des unteren mittleren Theiles der Sprenggarbe, welche über die Bruſtwehrkrete hinübergehen, in den Graben der Deckung ſelbſt hineinſchlagen, denn, den Höhenunterſchied zwiſchen Sohle des Mannſchaftsgrabens und Krete der Bruſtwehr wie oben zu $0{,}8 + 0{,}5 = 1{,}3$ m angenommen, ergiebt ſich der Abſtand des tiefſtmöglichen Treffpunktes jetzt $= 1{,}3 \times \text{ctg}.\ 26° =$ nur 2,67 m, wonach alſo höchſtens je ein Mann, der ſich dicht an Graben- und Bruſtwehrböſchung ſchmiegt, den Schutz des todten Winkels finden würde.

Nachdem die Ausführbarkeit einer wirkſamen Beſchießung gezeigt iſt, erübrigt noch die Angabe eines Verfahrens, welches die möglichſte Nutzbarmachung einer ſolchen geſtattet.

Man beginnt mit Granaten und der Gebrauchsladung eine Gabel von 50 m zu erſchießen, in welche die Deckung mit Sicherheit eingeſchloſſen iſt. Dann geht man zum Shrapnelfeuer über mit einem Aufſatz, welcher dem Mittel der letzten Gabelentfernungen, und einer Brennlänge, welche der größeren Gabelentfernung entſpricht. Dieſe Brennlänge wird vorausſichtlich viele Sprengpunkte von einer geringeren als der Zielhöhe, vor und hinter der Deckung oder ſogar Krepirer nach dem Aufſchlage liefern.

Dieſe niedrigen Sprengpunkte dienen zum ſicheren Anhalt für das Einſchießen. Unter Zugrundelegung derſelben beſtimmt man den Aufſatz ſo, daß die mittlere Flugbahn eher hinter die Deckung, als vor dieſelbe zu liegen kommt, und die Brennlänge wird ſoweit verkürzt als nöthig iſt, um nur noch $^{1}/_{10}$ aller Sprengpunkte in einer geringeren Höhe als derjenigen des Zieles zu erhalten.

Ich will mich über die Zweckmäßigkeit des Gabelſchießens mit Granaten nicht weiter auslaſſen.

Da wir einen doppelt wirkenden Zünder beſitzen, ſo kann daſſelbe im Falle des Mangels an Granaten auch mit Shrapnels und mit der Perkuſſionswirkung des Zünders ausgeführt werden.

Die Anwendung der Gebrauchsladung anſtatt der verringerten Ladung für das Einſchießen rechtfertigt ſich durch die Thatſache,

daß aus Gründen der beſſeren Trefffähigkeit die Ermittelung der Entfernung weit ſicherer und ſchneller mittelſt des direkten als des indirekten Schuſſes vor ſich geht. Wir ſchlagen die Verlegung der mittleren Flugbahn mehr hinter die deckende Maſſe und in Folge deſſen auch in einen gewiſſen Höhenabſtand von derſelben vor, um ſo den mittleren unteren Theil der Sprenggarbe beſſer ausnützen zu können.

Daß wir nach beendigtem Einſchießen nur $^1/_{10}$ der Sprengpunkte in einer geringeren Höhe über dem Boden als derjenigen der Deckung erhalten, könnte die Sprengweite als zu groß erſcheinen laſſen. Es ſei aber in dieſer Hinſicht daran erinnert, daß in Folge der geringeren Endgeſchwindigkeit des Geſchoſſes auch die Streuung der Sprengpunkte ſich um ein Bedeutendes vermindert, ſo zwar, daß, wenn der Raum für 50 pCt. der Sprengpunkte beim direkten Schuß durch zwei Vertikalflächen mit 45 m Abſtand begrenzt iſt*), dieſer Abſtand beim Schießen mit verringerter Ladung nicht mehr wie 25 m beträgt.

Man darf alſo annehmen, daß 80 pCt. der Sprengpunkte in eine Zone von nicht über 50 m Länge hineinfallen. Nach erfolgtem Einſchießen wird der mittlere Sprengpunkt auf 25 m vor der Bruſtwehrkrone liegen.

Dieſe Sprengweite wird man auch beim Schießen mit der kleinen Ladung nicht für zu groß halten, ſowohl hinſichtlich der Endgeſchwindigkeit des Shrapnels im Augenblick des Zerſpringens als auch hinſichtlich der Ausbreitung der Kugeln.

Ich möchte an dieſer Stelle die Bemerkung nicht unterlaſſen, daß man im Allgemeinen der Ausbreitung der Kugeln auf den Scheiben nicht die gebührende Bedeutung beilegt.

In unſeren Schießinſtruktionen wird die Wirkung des Shrapnelfeuers einfach nach der *Zahl der Treffer* beurtheilt, wobei der andere ſehr wichtige Faktor der *Vertheilung* der Kugeln im Ziel gänzlich außer Acht gelaſſen wird. Dies iſt der Grund, weshalb man beiſpielsweiſe beim Schießen gegen die Front einer Kompagnie, eine Wirkung, welche 100 Kugeln auf 2 qm Oberfläche ergiebt,

*) Beim Shrapnel des 7 cm-Gebirgsgeſchützes, welches mit verhältnißmäßig ſchwacher Ladung verfeuert wird, giebt die Schußtafel den Abſtand von 30 m für die Vertikalflächen, welche 50 pCt. der Sprengpunkte einſchließen, an.

Digitized by Google

höher ſtellt als eine andere, bei der ſich nur 50 Treffer, aber in gleichmäßiger Vertheilung auf 50 qm, vorfinden. Und doch iſt es gerade die Zahl der getroffenen Figuren, um die es ſich nur handeln kann, nicht die Zahl der Kugeln in dem Ziele. Um aber eine große Zahl von Rottentreffern zu erhalten, darf man keine zu kleinen Sprengweiten anſtreben.

Bei Entfernungen über 1500 m werden die Flugbahnen immer gekrümmter und in Folge deſſen der indirekte Schuß wirkungsvoller, da der todte Winkel hinter der Bruſtwehr ſtetig abnimmt.

Da nun zum Theil auch die Kugeln der mittleren oberen Sprenggarbe zur Geltung kommen, ſo wird der Einfluß der Streuungen in den Sprengpunkten immer mehr abnehmen.

Auf Entfernungen unter 1500 m und bis ungefähr 1000 m erreicht der Fallwinkel der unterſten Kugeln noch immer eine genügende Größe, um das Innere der Deckung nahe der inneren Bruſtwehrböſchung beſtreichen zu können. Shrapnelfeuer auf Entfernungen unter 1000 m würde nur für diejenigen Fälle anzurathen ſein, wo entweder die geringere Höhe der Deckung kleinere Einfallwinkel der Kugeln zuläßt, oder wo die Truppen hinter der Deckung in einer Aufſtellung in mehreren Gliedern einen größeren Raum einnehmen.

Das Schießverfahren wird dadurch nicht geändert; man ſucht ſtets einen Aufſatz, der etwas größer, und eine Sprengweite, die etwas kleiner iſt als der Entfernung entſpricht, ſo daß man meiſt hohe Sprengpunkte und nur einen kleinen Bruchtheil derſelben in einer geringeren Sprenghöhe als der der Deckung erhält.

Auch der indirekte Granatſchuß wird mit Vortheil verwendet werden können, wenngleich da, wo es ſich um Beſchießung von unmittelbar durch vorliegende Hinderniſſe gedeckten Truppen handelt, der Shrapnelſchuß wegen der ſteileren Einfallwinkel der unteren Kugeln und der größeren Wirkung des Streugeſchoſſes überhaupt vorzuziehen iſt.

Verfügt man über kleine Ladungen, ſo wird man auch in allen den Fällen ein erfolgreiches Granat- wie Shrapnelfeuer durchzuführen im Stande ſein, wo die eigene Aufſtellung gegen feindliche Sicht gedeckt iſt. Irgend eine Bodenwelle, eine Baumgruppe, eine Mauer u. dergl., welche ſich zwiſchen Ziel und Batterie befindet, vermag den mit der Gebrauchsladung verfeuerten Schuß aufzufangen, während die höhere Spannung der Flugbahn bei Ver-

wendung der verringerten Ladung das Geſchoß befähigt, über das Hinderniß hinwegzugehen.

Wie ich oben vorausſchickte, ſteht die beſprochene Schußart ihrem Weſen nach mit dem indirekten Richten in Verbindung. Bis jetzt wurde ſie allzuſehr vernachläſſigt. Wenn es indeß je einen Zeitpunkt gegeben, in dem es die Sorge der Artillerie ſein mußte, in der ausgedehnteſten Weiſe die Deckungen des Geländes auszunutzen, ſo iſt es gerade der augenblickliche.

Man wird es nicht als eine Uebertreibung anſehen, wenn ich behaupte, daß in einem nächſten Kriege diejenige Artillerie ein ſehr gewichtiges Element der Ueberlegenheit in ſich trägt, welche nach vorangegangener gründlicher Friedensausbildung einen ausgedehnten Gebrauch von dem indirekten Schießen und dem indirekten Richten macht.

Wenige Verſuche zur Ermittelung der zweckmäßigſten Zuſammenſetzung der drei getrennten kleinen Kartuſchen, einige Erfahrungen über die Beſtimmung von Aufſatz und Brennlänge beim Schießen mit verringerter Ladung, einige andere Vergleichsverſuche mit den beiden verſchiedenen Ladungen — würden weder viel Zeit noch viel Arbeit erfordern.

Es wird nicht ſchwer ſein, am Aufſatz wie auch am Zünder die dem Schießen mit verringerter Ladung entſprechende Eintheilung anzubringen. Man könnte dieſe neuen Eintheilungen aber auch fortlaſſen, wenn ſich zwiſchen ihnen und denen des direkten Schuſſes eine einfache und konſtante Beziehung herausſtellen ſollte; eine Sache, die nicht im Bereich der Unmöglichkeit liegt.

Und hier ſchließe ich, zufrieden, wenn meine Worte die Aufmerkſamkeit meiner Kameraden auf einen Gegenſtand zu lenken im Stande ſein werden, der, ich wiederhole es, von nicht unerheblicher Bedeutung iſt, und ohne deſſen Beachtung wir nicht dazu gelangen werden, aus unſerer derzeitigen Feldartillerie den ganzen Nutzen zu ziehen, den ſie uns zu gewähren vermag.

VIII.

Der Telemeter Paſchwitz; Modell von 1882.

E. v. Paſchwitz (in Weiherhammer bei Bayreuth) hat vor einigen Jahren einen Entfernungsmeſſer erſonnen, der 1879 in dem von Profeſſor Dr. Carl Müller in München herausgegebenen „Repertorium für phyſikaliſche, mathematiſche und aſtronomiſche Inſtrumentenkunde“ durch Profeſſor Lorber eine auf zahlreiche praktiſche Verſuche begründete Empfehlung gewonnen hat. Auch Dingler's polytechniſches Journal (Jahrgang 1880, Band 235) und die Jahrbücher für die deutſche Armee und Marine (1881, Band 38) haben Notiz von dem Apparate genommen. In dem Modell von 1882 ſind nur kleine auf die praktiſchen Verſuche gegründete techniſche Abänderungen eingeführt; das Princip iſt das urſprüngliche.

Jedes rechtwinklige Dreieck wird bekanntlich durch diejenige Linie, die durch den Schnittpunkt der Katheten rechtwinklich zur Hypotenuſe gelegt iſt, in zwei einander und dem ganzen ähnliche Dreiecke zerlegt; das Quadrat des Abſtandes des rechten Winkels von der Hypotenuſe iſt gleich dem Produkte der beiden Hypotenuſen-Abſchnitte. Wenn der eine der nichtrechten Winkel ſehr ſpitz iſt, ſo iſt die demſelben anliegende Kathete des großen Theil-Dreiecks erheblich größer als die gegenüberliegende Kathete des kleinen Dreiecks. Iſt c die ganze Hypotenuſe, b der Abſtand des rechten Winkels von derſelben und a der kleinere Hypotenuſen-Abſchnitt, ſo iſt die Entfernung der Spitze des Dreiecks $x = (c - a) = \frac{b^2}{a}$. Iſt b konſtant, ſo läßt ſich leicht ein Maßſtab entwerfen, mittelſt deſſen auf dem kurzen Hypotenuſen-Ende a das lange Ende x

emeſſen wird. Wenn z. B. wie bei dem neueſten Telemeter
;aſchwitz b = 20 m gewählt iſt, ſo entſprechen
en Entfernungen

L = 1000 m; 2000 m; 3000 m; 4000 m; 5000 m

ie Repräſentanten

$$= \frac{b^2}{L} = \frac{400}{1000} = 0{,}4\,m; \frac{400}{2000} = 0{,}2\,m; \;{}^{2}/_{15}\,m; \;0{,}1\,m; \;0{,}08\,m.$$

Der Telemeter Paſchwitz theilt hiernach mit vielen andern ie geometriſche Grundlage der Baſismeſſung und der Berechnung iner großen Unbekannten aus kleinen Bekannten; das Maß ſeiner Zuverläſſigkeit hängt von der Genauigkeit der Winkelbeſtimmung und des Reduktions- reſp. Augmentations-Maßſtabes ab. Gegenüber Konſtruktionen, die beide Baſiswinkel meſſen, iſt hier der Vortheil gewonnen, daß nur der eine konſtante Winkel durch das Inſtrument ein für allemal ſicher geſtellt zu ſein braucht. Nicht zum Vortheile der Leichtigkeit und Transportabilität, aber ſehr zum Vortheil ſcharfer Beobachtung trägt der Umſtand bei, daß der in Rede ſtehende Apparat nicht in freier Hand geführt, ſondern auf Stative gelagert wird, die ebenſo ſtabil und in vertikalem und horizontalem Sinne beweglich ſind, wie diejenigen der Nivellirfernrohre. Gleichwohl wiegt der ganze Apparat nur 12 kg; denſelben mitzuführen iſt daher jedenfalls für die Feldartillerie ohne Beſchwerde.

Die Baſis (von 20 m, bei den erſten Apparaten 25 m) wird durch eine Meßkette aus Meſſingdraht oder ein Bandmaß von Stahlblech dargeſtellt. An den Baſis-Endpunkten, die wir mit I und II bezeichnen wollen, wird je ein Stativ poſtirt. Zunächſt wählt der Beobachter den Standpunkt I und viſirt das Objekt an, deſſen Entfernung ermittelt werden ſoll. Zu dieſem Zweck dient ein terreſtriſches Fernrohr mit Fadenkreuz, welches loſe aber ſicher in zwei gabelförmigen Lagern des Stativs liegt. Nur die obere Hälfte des Objektivglaſes iſt frei und läßt das Objekt erkennen, die untere Hälfte iſt durch ein Spiegelpaar (in beſondrem vor dem Objektivende des Fernrohrs angebrachten Gehäuſe) gedeckt. Dieſes Spiegelpaar iſt ſo geſtellt, daß der durch doppelte Spiegelung unter dem Objekte ſichtbare Gegenſtand rechts ſeitwärts und die Verbindung dieſes Seitenobjektes mit dem Standort rechtwinklig zur Viſirlinie nach dem Hauptobjekte liegt. Dieſen Seitenpunkt markirt der Gehilfe des Beobachters, nachdem letzterer ihn durch

ein kleines Hilfs-Diopter am Fernrohr direkt aber nur annähernd genau eingerichtet hat, genau durch geeignete Bewegung eines Maßſtabes, der in den Gabellagern des in Punkt II aufgeſtellten Stativs liegt. Der Hauptbeobachter kann mittelſt ſeines Fernrohrs ſelbſt die betreffende Maßſtabs-Ziffer ableſen.

Hierauf wechſeln Beobachter und Gehilfe — jener das Fernrohr, dieſer den Maßſtab mit ſich nehmend — die Plätze und legen ihre Apparate in die ſtehen gebliebenen Stative. Wird von dem nunmehr auf Punkt II ſtehenden Beobachter durch das Fernrohr wieder das Geradeaus-Objekt anviſirt, ſo erſcheint zwar wieder der Maßſtab im Spiegelbilde, aber das Fadenkreuz deckt eine andere Ziffer. Solchergeſtalt wird auf dem Maßſtabe der oben mit a bezeichnete kurze Hypotenuſen-Abſchnitt feſtgeſtellt und, da die Eintheilung daſelbſt entſprechend gemacht und beſchrieben iſt, die geſuchte Entfernung direkt abgeleſen.

Nach Angabe des Erfinders koſtet eine Meſſung nur 3 Minuten Zeit.

Aus 500 unter allen Witterungsverhältniſſen angeſtellten Verſuchen reſultirten als mittlere Fehler

auf	1000 m	2000 m	3000 m	4000 m	5000 m
	4 m	10 m	20 m	33 m	50 m
oder Unſicherheit von	0,4	0,5	$^2/_3$	0,825	1 pCt.

Dieſes Prüfungsergebniß iſt ein ſehr günſtiges; wir bekennen, daß es uns überraſcht hat.

Unſre Zweifel an der Zuverläſſigkeit des Inſtrumentes gründen ſich auf die große Bedeutung, welche der Unveränderlichkeit des von dem Inſtrumente angegebenen Winkels beiwohnt und der Unwahrſcheinlichkeit, daß dieſe Unveränderlichkeit unter allen Umſtänden ſollte gewahrt werden können.

Es wird ſich empfehlen, dieſe Bedenken durch Zahlen zu belegen.

Der dem Inſtrumente zu Grunde liegende, Eingangs angeführte Satz:

> Die von dem rechten Winkel eines Dreiecks auf deſſen Hypotenuſe gezogne Senkrechte iſt die mittlere Proportionale der beiden Hypotenuſen-Theilſtücke —

iſt nur die ſpecielle Anwendung eines allgemeinen Geſetzes auf den rechten Winkel. Der Satz lautet allgemein:

Wenn von dem Schnittpunkt der zwei den Winkel $90 \pm \varphi$ einſchließenden Seiten eines Dreiecks eine Gerade = b ſo gegen die dritte Dreiecksſeite gezogen wird, daß ſie mit dieſer denſelben Winkel $90 \pm \varphi$ bildet, ſo iſt das Produkt der Theilſtücke a und x der dritten Dreiecksſeite

$$= \frac{b^2}{1 \mp 2 \frac{b}{a} \sin \varphi.}$$

Für das rechtwinklige Dreieck, wo $\varphi = \sin \varphi = o$ geht dieſer allgemeine Ausdruck in $a\,x = \frac{b^2}{1 \mp o} = b^2$ über.

Der Telemeter Paſchwitz iſt ſo eingerichtet, daß der Winkel (gleichviel ob genau = 90° oder um einen kleinen Winkel φ größer oder kleiner) konſtant, und ebenſo die Länge b (= 20 m) konſtant iſt. Die oben beſchriebenen Manipulationen mit dem Apparate haben zur Folge, daß man a beſtimmt.

Statt in jedem Falle aus dem konſtanten b und dem bekannten φ ſowie dem durch die zweite Viſirung gefundenen a die geſuchte Entfernung $x = \frac{b^2}{a \mp 2b \sin \varphi}$ zu berechnen, hat man umgekehrt für die dem Gebrauch des Apparates entſprechend intereſſanten und möglichen Werthe von x das a berechnet, nämlich $a = \frac{b^2}{x} \mp 2\,b \sin \varphi$ und dementſprechend auf einem Maßſtabe eine Theilung gemacht und ſogleich mit den entſprechenden x-Werthen beſchrieben.

Für den einfachſten Fall, den des rechten Winkels, wo $\varphi = o$ iſt z. B. bei b = 20 der Werth $a = \frac{20^2}{x} = \frac{400}{x}$ und $\frac{b}{a} = \frac{x}{20}$. Der Maßſtab erhält alſo folgende Theilung (in Wirklichkeit von 100 zu 100 m; hier beiſpielsweiſe von 500 zu 500 m).

x =	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Meter.
a =	0,400	0,267	0,200	0,160	0,133	0,114	0,100	0,088	0,080	
$\frac{b}{a}$ =	50	75	100	125	150	175	200	225	250	

Wenn der Maßſtab für den Inſtrumenten-Winkel $\alpha = 90 + \varphi$ berechnet iſt, das Inſtrument aber enthält thatſächlich und ohne daß der Aufnehmer es bemerkt oder berückſichtigt den Winkel

kommandeur iſt eine etwas größere Selbſtſtändigkeit dem Trup befehlshaber gegenüber inſofern vindicirt worden, als ihm die der Ziele, gegen welche geſchoſſen werden ſoll, und namentlich Anordnen eines Stellungswechſels allein überlaſſen iſt.

Ferner wird bei der Vertheidigung, um Terrainfalten überwachen, ein Detachiren einzelner Züge für zuläſſig erklärt, Maßregel, der wir nicht das Wort reden möchten, wenn ſie vielleicht durch die eigenthümlichen Terrainverhältniſſe der Sc unabweislich bedingt ſein ſollte.

thäte — wird es auch
as Objekt, das Faden=
s, das ſein Gehilfe auf
Deckung bringen, daß er

ürze der Baſis finden
en alle Diſtanzmeſſer

Nicht=Unveränder=
t des ganzen Princips.
n Winkel zwar genau
genau viſirt, aber die
giebt die Operation
alſo rund 5% Ueber=

e uns am Schreibtiſche
ünſtigen Ergebniſſe ent=
ſind.

einer kleinen Geſchichte,
rie erzählt hat.
h=geometriſchen Diſtanz=
icus denſelben praktiſch
Verſuche im freien Felde
glänzend bewährt. Alle
r Erfinder beſchloß noch
arat auf den Eiſenbahn=
n, bis ein Zug vorüber=
uns einigermaßen die
auf dem Schlachtfelde
wie der beſonnene Er=
zu 20% haben ſich er=
er nach dieſer Erfahrung
das ganze Princip des
r den Ernſtgebrauch auf
gelegt habe.

Digitized by Google

$\alpha_1 = 90 \pm \psi$, ſo iſt das Verhältniß der auf dem Maßſtabe abgeleſenen Entfernung x_1 zu der wahren Entfernung x_0 oder der Fehler-Coefficient $= \mu = \frac{x_1}{x_0} = \frac{1 \mp 2\ b/a \sin \varphi}{1 \mp 2\ b/a \sin \psi}$.

Für den rechten Winkel (alſo $\varphi = 0$) reducirt ſich der Ausdruck auf $\mu = \frac{1}{1 \mp 2\ b/a \sin \psi}$.

b/a nimmt, wie obige Tabelle zeigt, mit der Entfernung ſtark zu.

Für $\psi = +1$ Minute ($\sin \psi = 0{,}00029089$) ergiebt ſich z. B. auf

1000 m: $\mu = \frac{1}{1 - 0{,}029089} = 1{,}0300$ 2500 m: $\mu = \frac{1}{1 - 0{,}072723} = 1{,}0784$

5000 m: $\mu = \frac{1}{1 - 0{,}14545} = 1{,}1701$.

Für $\psi = -1$ Minute.

1000 m: $\mu = \frac{1}{1{,}029089} = 0{,}9717$ 2500 m: $\mu = \frac{1}{1{,}072723} = 0{,}9322$

5000 m: $\mu = \frac{1}{1{,}14545} = 0{,}8730$.

Die Winkeldifferenz von nur einer Minute iſt eine ſehr geringfügige, ſie bewirkt gleichwohl, wie vorſtehendes Beiſpiel zeigt, daß man ſchon auf 1000 m ein um 30 m falſches Ergebniß erhält, auf 2500 m ein um 196 reſp. 169 m; auf 5000 m ein um 850 reſp. 635 m falſches!

Schon eine Sekunde mehr oder weniger Winkelgröße giebt auf 5000 m die Entfernung um 12,5 m zu groß oder zu klein.

Wenn der mittlere Fehler, wie der Erfinder angiebt, auf 5000 m nur 50 m betragen hat, ſo wird der größte Fehler wohl höchſtens 100 m betragen haben; dieſen Fehler zu erzeugen genügt eine Winkel-Unſicherheit von 8 Sekunden!

Es fällt ſchwer, zu glauben, daß ein Inſtrument, welches — in immerhin ziemlich grober Weiſe — den Winkel durch ein Fernrohr und zwei Planſpiegel beſtimmt, ſeine Unveränderlichkeit in den engen Grenzen von $^1/_4$ Minute wahren ſollte.

Und wenn es wirklich das Inſtrument thäte — wird es auch der Beobachter jederzeit thun? Wird er das Objekt, das Fadenkreuz und das Spiegelbild des Zielſchildchens, das ſein Gehilfe auf ſeinem Zuruf einrichtet, jederzeit ſo zur Deckung bringen, daß er nicht um eine viertel Minute irrt?

Im Winkel-Unbeſtande und in der Kürze der Baſis finden wir das größte theoretiſche Bedenken gegen alle Diſtanzmeſſer von der geometriſch-optiſchen Klaſſe.

Neben der **Kürze** ſpricht aber auch die **Nicht-Unveränderlichkeit** der **Baſislänge** gegen dieſes Element des ganzen Princips.

Wenn z. B. das Inſtrument den rechten Winkel zwar genau beſtimmen läßt und der Aufnehmer eben ſo genau viſirt, aber die Baſis iſt nur 19,5 ſtatt 20 m lang, ſo giebt die Operation $x = \frac{19{,}5^2}{0{,}08} = 4753$ m für 5000 aus, hat alſo rund 5% Ueberſchätzung zur Folge.

Den vorſtehend erörterten Bedenken, die uns am Schreibtiſche gekommen ſind, wird der Erfinder die 500 günſtigen Ergebniſſe entgegenſtellen, die im freien Felde gewonnen ſind.

Dieſen Einwand beantworten wir mit einer kleinen Geſchichte, die uns ein älterer Stabsoffizier der Artillerie erzählt hat.

Derſelbe hat einſtmals auch einen optiſch-geometriſchen Diſtanzmeſſer erſonnen und ein geſchickter Mechanicus denſelben praktiſch ausgeführt. Darauf ſind ſehr rigoroſe Verſuche im freien Felde gemacht worden und der Apparat hat ſich glänzend bewährt. Alle Betheiligten triumphirten bereits; nur der Erfinder beſchloß noch eine letzte Prüfung. Er ſtellte ſeinen Apparat auf den Eiſenbahndamm und wartete mit dem Diſtanzmeſſen, bis ein Zug vorüberfuhr. Denn, meinte er, dieſer Zug wird uns einigermaßen die Erd- und Lufterſchütterungen erſetzen, die auf dem Schlachtfelde zu gewärtigen ſind. Und es iſt gekommen, wie der beſonnene Erfinder gefürchtet hat — Unſicherheiten bis zu 20% haben ſich ergeben! Der Erzähler fügte hinzu, daß er nach dieſer Erfahrung nicht nur ſeine eigene Erfindung, ſondern das ganze Princip des optiſch-geometriſchen Entfernungsmeſſers für den Ernſtgebrauch auf dem Schlachtfelde — für immer ad acta gelegt habe.

IX.

Die Befeſtigungen Roms.

Der Ausbau des italieniſchen Heerweſens nach den beabſichtigten Reformplänen des Kriegsminiſters Ferrero, wonach zwei neue Armeekorps aufgeſtellt werden ſollen, die Vermehrung der Marine um 4 Thurm-Panzerſchiffe, 6 Kreuzer und 12 Torpedoboote, ferner die Befeſtigungsarbeiten an der Grenze befriedigen kaum die Wünſche der Militärpartei in Italien, die ſich unter der thatkräftigen Leitung des Generallieutenants Luigi-Mezzacopo immer mehr und mehr konſolidirt. Das Dogma dieſer Partei lautet: „Italiens Preſtige laſſe ſich ohne erhebliche Verſtärkung der Wehrkraft unmöglich aufrecht erhalten“, und ihrem Drängen iſt es zu danken, daß die Befeſtigung der Landeshauptſtadt Rom heute faſt ſo gut wie fertiggeſtellt iſt.

Bei dem Intereſſe, das man ja auch in deutſchen Offizierkreiſen für das italieniſche Landesbefeſtigungsweſen hegt, dürfte es nicht unerwünſcht ſcheinen, den Befeſtigungen der Hauptſtadt Rom ganz abgeſehen von dem hiſtoriſchen Intereſſe, welches dieſelben bieten, in einem kurzen Ueberblick näher zu treten.

Die feſte Willensmeinung der italieniſchen Nation, jenen berühmten Ausſpruch ihres Königs Viktor Emanuels, als er Rom im Jahre 1870 zur Reſidenz erhob: „In Rom ſind wir und in Rom bleiben wir,“ ganz zu dem ihrigen zu machen, ließ bald den Wunſch hervortreten, dies auch in äußeren Merkmalen zu verdeutlichen. Daneben ſprachen ſich alle kompetenten Militärs, wohl mit gutem Recht, dahin aus, daß ein energiſcher Gegner unter allen Umſtänden es bei jedem Kriege mit Italien unternehmen dürfte, bei Civita Vecchia oder auch ſüdlich davon mit einem Okkupationskorps zu landen und ſich der Hauptſtadt zu bemächtigen. Denn

der moraliſche Erfolg einer derartigen Operation iſt ein ſo gewichtiger, daß ein ſolches Unternehmen als ſelbſtverſtändlich neben den eigentlichen Kriegsoperationen in den ſchlachtenberühmten Ebenen der Lombardei bei Beginn eines jeden Krieges anzuſehen ſein wird. Dieſes Raiſonement führte zur Anlage von Befeſtigungen im modernen Stile um Rom neben den Anlagen aus den früheren Zeiten.

Die alten Befeſtigungen Roms ſtammen aus den Zeiten des Kaiſers Honorius und umfaſſen die bekannten ſieben Hügel durch Mauern, während die Befeſtigungen des Höhenzuges des nördlichen Tiberufers und des Janikulus und des Vatikans auf dem rechten Tiberufer einer ſpäteren Zeitperiode angehören. Die Mauern ſind nach dem alten Syſtem durch quadratiſche Thürme und Baſtione flankirt, die 12 Thore der alten Kaiſerſtadt werden durch runde Thürme geſchützt. Da aber der Graben vor dieſer Mauer fehlt, ſo wäre eine Verbeſſerung oder Erweiterung der alten Anlagen nach den Prinzipien der heutigen Befeſtigungskunſt nicht entſprechend geweſen, da dieſelben kaum Anſpruch auf Sturmfreiheit machen dürfen und Rom ſelbſt nach dem Umbau vor einem Handſtreich nicht geſchützt geweſen wäre.

Der maßgebende Entwurf für die neuen Befeſtigungsanlagen des Generals Bruzza ging davon aus, die alten Anlagen und Mauern beſtehen zu laſſen und in weitem Bogen um dieſelben herum ein Syſtem von modernen detachirten Forts zu legen. Von dieſen ſind die auf dem rechten Tiberufer vollendet, während ſie auf dem linken Ufer theilweiſe noch im Bau begriffen ſind.

Es iſt kaum glaublich und faſt nur Demjenigen, welcher die neuen Befeſtigungsanlagen geſehen hat, verſtändlich, welche Schwierigkeiten das Terrain den Befeſtigungen Roms entgegengeſtellt hat. Das Bauterrain wird durch den Tiber, der es im Allgemeinen von Norden nach Süden durchfließt, in zwei Theile getheilt; zu beiden Seiten des Fluſſes liegen Höhenzüge, welche durch bedeutende Mulden, ſchwer paſſirbare Schluchten und Waſſerriſſe von einander getrennt ſind. So weit das Auge blickt, trifft man auf Schwierigkeiten allerlei Art neben natürlichen Hinderniſſen und zwar ſind dieſe Schwierigkeiten im weiteſten Sinne des Wortes ſolche durch Menſchenhand errichtete oder hervorgerufene für den bauenden Ingenieur geweſen; Erdwellen, dichte Weinpflanzungen mit Mauern umgeben, tief eingeſchnittene Hohlwege und ſteile,

15*

unzugängliche Ravins, dazwiſchen in Stein ausgeführte Wirthshäuſer, Villen, antike Baudenkmäler und Trümmer in den verſchiedenſten Dimenſionen und Arten. Bedenkt man dann noch, daß es in den Sommermonaten zu den Unmöglichkeiten gehört, in dieſem antiken Trümmerfeld der Kampagna, durchzogen von einer moorigen, mit Haidekraut, Ginſterbüſchen und Gras bedeckten Steppe, zu arbeiten, da die berüchtigte Malaria in dieſer Zeit ſelbſt den Hirten wegtreibt, der ſonſt faſt allein ſeine Heerde dort treibt — dann erſt wird die Schwierigkeit, die der Ingenieur zu überwinden hatte, in das richtige Licht geſetzt.

Das rechte Ufer des Tibers iſt im Allgemeinen bedeutend höher, als die Höhen des linken, und unter der ganzen Gegend des erſteren bildet der 145 m hohe Monte-Mario den hervorragendſten Punkt. Von ihm aus, als der höchſten Kuppe der Hügelkette des Janikulus, hat man einen weitbeherrſchenden Ueberblick über die Kampagna, und obwohl die Entfernung deſſelben nur $2^{1}/_{2}$ Kilometer von der Porta Angelika, d. h. vom Vatikan beträgt, ſo läßt doch ſeine dominirende Lage ihn in militäriſcher Richtung hervorragend wichtig erſcheinen. Dieſe geringe Entfernung von der Hauptſtadt läßt ein Bombardement derſelben von dieſer Richtung her nicht aus der Möglichkeit ausſchließen, doch dürfte ein ſolches, da es gerade den Vatikan treffen würde, mit Rückſichtnahme auf den Umſtand, daß die einzig denkbaren Gegner auf dieſer Front beide katholiſch ſind, höchſt unwahrſcheinlich ſein.

Der Monte Mario iſt denn auch der Ausgangspunkt der geſammten Befeſtigungen auf dem rechten Tiberufer. Das Fort Monte Mario beherrſcht im Norden das obere Tiberthal, von ihm aus zieht ſich in weitem Halbkreis in einer ungefähren Länge von 11 Kilometer der Befeſtigungskranz auf dem rechten Tiberufer hin, um mit dem Fort bei der Villa Groſſi an der Via Portuenſe zu ſchließen, dem ſeinerſeits die Beherrſchung des unteren Tiberthales zufällt. Die Forts ſind durchſchnittlich über drei Kilometer von der alten Befeſtigung entfernt gehalten. Zwiſchen den eben genannten Anſchlußwerken, dem Fort Monte Mario und jenem der Villa Groſſi liegen noch vier andere, wovon drei an den drei Hauptkommunikationen, an den von Rom ausgehenden alten Konſularſtraßen, und zwar das Fort Pigno Sachetti, das Fort Boccea, und jenes an der Straße Aurelia Antica liegen, während das vierte den großen und breiten Zwiſchenraum zwiſchen der

Via Aurelia und der Via Portueuſe decken ſoll. Das letztere heißt Caſetta Mattei.

Da die weſtliche Seite bei einer Unternehmung von Civita Vechia die wichtigſte iſt, ſo ſind auch die dortſelbſt aufgeführten ſechs Forts vollſtändig für den artilleriſtiſchen und Ingenieur-Kampf einer Vertheidigung mit allen hierzu nöthigen Mitteln ſchon jetzt ausgerüſtet und verſehen.

Das linke Ufer des Tibers iſt allgemein in ſeinen Höhenzügen niedriger wie das rechte und die Befeſtigungsanlagen umfaſſen in einem über 24 Kilometer weiten Raum die alte Befeſtigungsmauer. Die Werke ſind durchſchnittlich vier bis fünf Kilometer von derſelben entfernt, nur auf dem nördlichen Theile liegen ſie ein wenig näher an derſelben; die Stadt iſt alſo auf dieſem Ufer mit Ausnahme des nördlichen Theiles, wo aber das ſchwer paſſirbare Terrain uns die politiſchen Verhältniſſe den Angriff unwahrſcheinlich machen, vor einem Bombardement durchaus geſichert. Die alte Befeſtigungsmauer kann auf dieſem Ufer als Hauptenciente gelten, da ſie wohl Schutz genug gewährt, einen durch zwei Werke hindurchgelangten Angreifer einige Zeit lang aufzuhalten. Von den hier geplanten detachirten Forts iſt ganz fertig und armirt: das Fort an der Via Appia, das an der Straße der Porta Maggiore, ferner das Fort von Tiburtino und dasjenige von Preneſtino, während die Forts von Caſilino und das von Marino im Bau ſoweit gediehen ſind, daß ſie im Laufe dieſes Spätherbſtes werden fertiggeſtellt werden können. Die Forts von Albano und Frascati (deren Namen aber nicht ſicher zu eruiren iſt) ſind erſt abgeſteckt und noch nicht begonnen; das Profil entſpricht ganz demjenigen der Forts, welche bereits fertiggeſtellt worden ſind.

Die Werke ſind von verſchiedener Größe je nach den fortifikatoriſchen und ſtrategiſchen Zwecken, die ſie erfüllen ſollen, dagegen ſind ſie alle von ganz ähnlicher, faſt ſchematiſch genau feſtgehaltener Form und Geſtalt. Die Form iſt bei Allen die einer ſehr ſtumpfen Lunette, welche durch einen Kehlwall im Rücken geſchloſſen wird; die Grabenvertheidigungs-Anlagen ſind ſtark zu nennen und beſtehen in völlig gedeckten Revers-Kaponieren für die Geſchützvertheidigung, in Flanken-Kaponieren für Infanterievertheidigung eingerichtet und einer bis zwei Kehl-Kaponieren. Die Eskarpe-Mauer iſt völlig gegen den indirekten Schuß gedeckt; der Wall iſt mit einem Niederwall umgeben und ähnlich dem

deutſchen Profil mit einem hohen und niederen Wallgang verſehen. Auf demſelben ſind für die Geſchütze und Munition ausreichend viele Hohltraverſen und Hohlbauten vorhanden, wie denn auch für die Beſatzung und die Vorräthe genügend bombenſicher eingedeckte Räume vorhanden ſind. Die Breite des Forthofes iſt auf das geringſte Maß beſchränkt. Die Forts ſind für 12—24 Geſchütze und eine bis zwei Kompagnien Infanterie-Beſatzung eingerichtet.

Betrachtet man den Werth der Befeſtigungen Roms, ſo iſt vor Allem darauf hinzuweiſen, daß die Hauptbedeutung derſelben eine moraliſche iſt, nämlich die einfache Thatſache ihres Beſtehens. Die Italiener haben im Vertrauen darauf, daß ſie vor einer regelrechten Belagerung immer noch Zeit finden werden, paſſagere Werke zu bauen, einen verſchanzten Lagerplatz angelegt, welcher Rom vor einem Handſtreich ſichert und der im Stande iſt, eine große Armee vielleicht momentan aufzunehmen, der aber ſeine Hauptbedeutung in ſeinem thatſächlichen Beſtehen findet, da Italien ſeine wahren Volksintereſſen nicht in der Kampagna, ſondern in dem nördlichen Ebenengebiet ſeines Landes zu vertheidigen haben wird in der Zukunft, wie in der Vergangenheit. Immerhin läßt ſich nicht leugnen, daß die Wehrverhältniſſe Italiens durch den völligen Ausbau des Befeſtigungsſyſtems von Rom einen bemerkenswerthen Zuwachs erhalten wird.

X.

Neue balliſtiſche Rechnenformeln

von

Denecke,

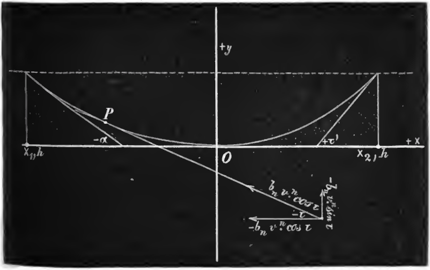
Sekondelieutenant im Badiſchen Fuß-Artillerie-Bataillon Nr. 14.

---

§ 1.

Herleitung der Ausgangsgleichungen.

Den unten folgenden Rechnungen wird ein rechtwinkliges Coordinatenſyſtem zu Grunde gelegt, deſſen Anfangspunkt im



Scheitel der Bahn liegt und deſſen poſitive x-Achſe Scheiteltangente iſt; die poſitive y-Achſe läuft in Richtung der Erdſchwere, welche letztere als conſtant und deren Richtungen als einander parallel angenommen werden.

Unter der Vorausſetzung, daß der Luftwiderſtand der nten Potenz der Geſchoßgeſchwindigkeit proportional ſei, lauten alsdann die beiden Anſatzgleichungen:

1) $\frac{d^2x}{dt^2} = -b_n\, v^n \cos\tau = -b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \frac{dx}{dt}$.

2) $\frac{d^2y}{dt^2} = -b_n\, v^n \sin\tau + g = g - b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \frac{dy}{dt}$.

Nun iſt allgemein $\frac{d^2u}{dv^2} = -\frac{d^2v}{du^2}\left(\frac{du}{dv}\right)^2$, alſo im vorliegenden Falle $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{d^2t}{dx^2} \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -\, b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \frac{dx}{dt}$; woraus folgt:

3) $\frac{d^2t}{dx^2} = b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \left(\frac{dt}{dx}\right)^2$.

Ferner hat man allgemein: $\frac{d^2v}{dw^2} = \frac{d^2u}{dw^2} \cdot \frac{dv}{du} + \frac{d^2v}{du^2}\left(\frac{du}{dw}\right)^2$; ſetzt man hierin $u = t$, $v = y$, $w = x$ und ſubſtituirt die bekannten Werthe von $\frac{d^2y}{dt^2}$ und $\frac{d^2t}{dx^2}$, ſo findet man

4) $\frac{d^2y}{dx^2} = g \cdot \left(\frac{dt}{dx}\right)^2 = \frac{g}{v^2 \cdot \cos\tau^2}$.

Aus dieſer Gleichung erhält man durch Differentiation

$$\frac{d^3y}{dx^3} = 2g \cdot \frac{dt}{dx} \cdot \frac{d^2t}{dx^2} = 2g\, b_n \left(\frac{dt}{dx}\right)^3 \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1}$$

oder

5) $\frac{d^3y}{dx^3} = 2g\, b_n \left(\frac{ds}{dx}\right)^{n-1} \cdot \left(\frac{dt}{dx}\right)^{4-n}$.

Nun wird aus Gleichung 4 ermittelt: $\frac{dt}{dx} = \left(\frac{1}{g}\frac{d^2y}{dx^2}\right)^{1/2}$; ſetzt man dieſen Werth in Gleichung 5 ein und deutet zugleich die Ableitungen nach x durch Striche an, ſo erhält man:

6) $y''' = 2g\, b_n (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot \left(\frac{1}{g}\, y''\right)^{\frac{4-n}{2}}$

oder

$$y'''\left(\frac{1}{g}\,y''\right)^{\frac{n-2}{2}} = 2\,b_n\,(1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot y''$$

oder

$$7)\quad \left(\frac{1}{g}\,y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{n\,b_n}{g}\int (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}}\,.\,dy' = f\,(y'),$$

wo f (y') für alle ganzen Werthe von n durch elementare Functionen von y' ausdrückbar iſt. Aus Gleichung 7 leitet man ab

$$x = \frac{1}{g}\int \frac{dy'}{\left[f\,(y')\right]^{\frac{2}{n}}}$$

$$y = \frac{1}{g}\int \frac{y'\,dy'}{\left[f\,(y')\right]^{\frac{2}{n}}}$$

$$t = \frac{1}{g}\int \frac{dy'}{\left[f\,(y')\right]^{\frac{1}{n}}}.$$

Hierdurch iſt das balliſtiſche Problem auf Quadraturen zurückgeführt.

In geſchloſſener Form laſſen ſich obige Integrale nur für den Fall n = 1 darſtellen, während ſie für n = 3 auf elliptiſche Functionen reducirt werden können.

Nimmt man das Integral der Gleichung 7 zwiſchen den Grenzen 0 und — tg α, ſo wird:

$$8)\quad \frac{1}{v_0^n} = \frac{1}{c^n\,.\,\cos\alpha^n} - \frac{n\,b_n}{g}\int_0^{-\operatorname{tg}\alpha} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}}\,dy'$$

und iſt es mithin möglich, die Scheitelgeſchwindigkeit für die gebräuchlichen Luftwiderſtandsgeſetze als Function der Anfangsgeſchwindigkeit und des Abgangswinkels in geſchloſſener Form zu entwickeln.

Hierdurch wird man in die Lage geſetzt, die Flugbahnelemente als Reihen nach aufſteigenden Potenzen der Abſciſſen — vom Scheitel der Bahn an gerechnet — oder auch als Reihen nach aufſteigenden Potenzen des Tangentialwinkels darzuſtellen.

Schließlich bietet die Formel 7 ein Mittel, die Luftwiderſtandsconſtante b_n zu beſtimmen.

§ 2.

Grundlage für die Ausführung aller Reihenentwickelungen.

Differentiirt man einen Ausdruck von der Form $u = \nu^p$, wo ν die Funktion einer einzigen Variablen w iſt, fortgeſetzt nach dieſer letzteren, ſo erhält man die in beifolgender Tabelle verzeichneten Werthe für deren Ableitungen. Die Geſetzmäßigkeit in der Bildung, welche die Tabelle aufweiſt, ermöglicht es, ohne jede Rechnung die einzelnen Kolumnen weiter fortzuführen. Da nun, wie ſogleich gezeigt werden wird, die Tabelle für alle in dieſer Arbeit vorkommenden Reihenentwickelungen vollkommen ausreicht, ſo folgt, daß die Berechnung aller Elemente, welche durch jene Reihen dargeſtellt werden, mit beliebiger Genauigkeit erfolgen kann, falls die Reihen überhaupt convergiren.

Als Ausgangsgleichung für die Reihenentwickelungen wird nämlich ſtets die Gleichung 7 des § 1 benutzt; dieſe kann auf die Form:

$$\left(\frac{1}{g} \cdot y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_0{}^n} + \frac{n b_n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

gebracht werden; ſetzt man der Kürze halber für die rechte Seite dieſer Gleichung das Symbol ν, ſo hat man:

$$\left(\frac{1}{g} y''\right)^{\frac{n}{2}} = \nu,$$

woraus folgt:

$$\text{a)}\ \frac{1}{g}\ y'' = \nu^{\frac{2}{n}}$$

$$\text{b)}\ g \cdot \frac{dx}{dy'} = g \cdot x' = \nu^{-\frac{2}{n}}.$$

Verſteht man nun unter ν', ν'' ꝛc. die Ableitungen von ν nach x und ſetzt $p = \frac{2}{n}$, ſo liefert die Tabelle zehn auf einander folgende Ableitungen von $\frac{1}{g}$ y′ nach x; verſteht man dagegen unter ν' ν'' ꝛc. die Ableitungen von ν nach y′ und ſetzt $p = -\frac{2}{n}$,

ſo liefert dieſelbe die zehn erſten Differentialquotienten von $g \cdot x$ nach y'.

Was zunächſt die Ableitungen von ν nach y' anbetrifft, für welche die Symbole ν', ν'' ꝛc. beibehalten werden, während die nach x mit ν_1, ν_2 ꝛc. bezeichnet werden ſollen, ſo laſſen ſich dieſe auf ſehr einfache Weiſe bilden. Es war:

$$\nu = \frac{1}{v_0{}^n} + \frac{nb_n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

mithin wird:

$$\nu' = \frac{nb_n}{g} \cdot (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} = \frac{nb_n}{g} \left(1 + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} y'^2 + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} y'^4 + \cdots\right)$$

$$\nu'' = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(2! \binom{\frac{n-1}{2}}{1} y' + 4 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^3 + \cdots\right)$$

$$\nu''' = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(2! \binom{\frac{n-1}{2}}{1} + 3 \cdot 4 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^2 + \cdots\right)$$

$$\nu^{(4)} = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(4! \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y' + \cdots\cdots\right)$$

u. ſ. w.

Demnach hat man für $y' = 0$, wenn q eine ungerade Zahl bedeutet, welche größer als 1 iſt:

$$\nu_0 = \frac{1}{v_0{}^n}$$

$$\nu_0{}' = \frac{n \cdot b_n}{g}$$

$$\nu_0{}'' = \nu_0{}^{(4)} = \nu^{(2q)} = 0$$

$$\nu_0{}^{(q)} = (q-1)! \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{\frac{q-1}{2}} \cdot \frac{nb_n}{g}.$$

Setzt man die Werthe von ν_0 und deſſen Ableitungen in die Tabelle ein, ſo erhält man $g \cdot x_0'$ und deſſen Differentialquotienten, worauf die Elemente x und y als Reihen nach aufſteigenden Potenzen von y' nach Mac Laurin entwickelt werden können. Dieſe Entwickelung allgemein auszuführen unterbleibt wegen deren Umſtändlichkeit.

Die Differentialquotienten von ν nach x können, wie folgt, gebildet werden; offenbar iſt:

$$\nu_1 = \nu' \cdot y''$$
$$\nu_2 = \nu'' \cdot y''^2 + \nu' \cdot y'''$$
u. ſ. w.

Führt man die Differentiation weiter fort, ſo erhält man Ausdrücke, welche den in der Tabelle verzeichneten ganz analog ſind, nur muß anſtatt der Factoren: $\binom{p}{m} \cdot m!$ überall die Einheit, anſtatt der Factoren $\nu^{p-1}, \nu^{p-2}, \nu^{p-3}$ ꝛc. überall ν', ν'', ν''' ꝛc., alſo allgemein anſtatt ν^{p-m} überall $\nu^{(m)}$ und ſchließlich anſtatt der Factoren ν', ν'', ν''' ꝛc. überall $y'', y''', y^{(4)}$ ꝛc., alſo allgemein anſtatt $\nu^{(m)}$ überall $y^{(m+1)}$ geſetzt werden.

Auf dieſe Weiſe kann man alle Differentialquotienten von $\frac{1}{g}\, y''$ nach x ſucceſſive ableiten. So umſtändlich nun dieſer Weg auch iſt, ſo bietet er doch den großen Vortheil, daß man auf ihm zu beliebig hohen Ableitungen von y nach x ohne jede Schwierigkeit aufſteigen kann.

Zu beachten iſt noch, daß für den Fall n = 2

$$\frac{1}{g}\, y'' = \nu$$

alſo

$$\frac{1}{g}\, y''' = \nu_1$$

wird, daß hier demnach die Ableitungen von ν nach x zugleich die Ableitungen von $\frac{1}{g}$ y'' nach x ſind.

Verfaſſer bemerkt hierbei, daß es, ſobald man dem n einen beſtimmten Werth ertheilt, einen viel bequemeren Weg giebt, eine

beſchränkte Anzahl von Ableitungen von $\frac{1}{g}\, y''$ nach x zu bilden, weshalb dieſer Weg weiter unten auch eingeſchlagen wird.

Wie ſich zeigen wird, hört in gewiſſen Fällen die Convergenz der Reihenentwickelung nach x und y' auf; unter dieſen Umſtänden muß man, um convergente Reihen zu erhalten, eine Verlegung des Urſprunges der Coordinaten vornehmen.

Setzt man in der Gleichung 7 des § 1 für y' ein $y' - \operatorname{tg} r_1 = z$, ſo läßt ſich dieſelbe transformiren:

$$\left(\frac{1}{g} \cdot z'\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1{}^n \cdot \cos r_1{}^n} + \frac{1}{\cos r_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n b_n}{g} \cdot$$

$$\cdot \int_0^z \cdot \left[1 + \left(z \cdot \sin 2\, r_1 + z^2 \cdot \cos r_1{}^2\right)\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz.$$

Gebraucht man für die rechte Seite dieſer Gleichung wiederum obige Abkürzung, ſo liefert die Tabelle die zehn erſten Differentialquotienten von g · x nach z oder von $\frac{1'}{g}\, z'$ nach x, je nachdem man $p = -\frac{2}{n}$ oder $p = \frac{2}{n}$ ſetzt und unter ν', ν'' ꝛc. die Ableitungen von ν nach z oder nach x verſteht.

Die Werthe von ν und deſſen Differentialquotienten ſind natürlich hier andere und werden in einem weiter unten folgenden Paragraphen hergeleitet; die Werthe von ν_1 und deſſen Ableitungen ändern dagegen, inſofern ſie durch die Größen ν, ν', ν'' ꝛc. und y'', y''' $y^{(4)}$ ꝛc. ausgedrückt werden, ihre Form nicht, weshalb auch in dieſem Falle die Tabelle zur Aufſtellung der Reihenentwickelung dienen kann.

Auch für die Darſtellung von t als Function von y' und x kann die Tabelle benutzt werden, da aus Gleichung 4 des § 1 folgt:

$$\frac{dt}{dx} = \nu^{\frac{1}{n}}$$

$$g \cdot \frac{dt}{dy'} = \nu^{-\frac{1}{n}}.$$

In vorliegender Arbeit wird die Zeit wegen der raſchen Convergenz der betreffenden Reihen nur als Function der Abſciſſe dargeſtellt.

§ 3.

Die Convergenzgrenzen der Reihenentwickelungen nach y'.

Solange $n > 1$ und $y'^2 < 1$ bleibt, läßt ſich der Ausdruck $(1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}}$ durch die unbedingt (d. i. ohne Rückſicht auf den Wechſel der Vorzeichen) convergente Reihe:

$$(1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} = 1 + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} . y'^2 + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} y'^4 + \binom{\frac{n-1}{2}}{3} . y'^6 + \ldots$$

darſtellen. Mithin kann unter den gemachten Vorausſetzungen auch das Integral $J = \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} . dy'$ durch eine unbedingt convergente Reihe:

$$J = y' + \tfrac{1}{3}\binom{\frac{n-1}{2}}{1} . y'^3 + \tfrac{1}{5}\binom{\frac{n-1}{2}}{2} . y'^5 + \tfrac{1}{7}\binom{\frac{n-1}{2}}{3} . y'^7 + \ldots$$

ausgedrückt werden; unter dieſen Umſtänden iſt ferner:

$$\frac{n.b_n.v_0^n}{g} . J = \frac{1}{f_n} . J = \sigma = \frac{1}{f_n} . y' + \tfrac{1}{3}\binom{\frac{n-1}{2}}{1} . \frac{1}{f_n} . y'^3 + \tfrac{1}{5}\binom{\frac{n-1}{2}}{2} . \frac{1}{f_n} y'^5 + .$$

Hat man nun:

$$S_1 = u_1 + u_2 + u_3 + u_4 + u_5 + \ldots\ldots$$
$$S_2 = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + \ldots\ldots,$$

wo S_1 und S_2 innerhalb derſelben Grenzen unbedingt convergiren, ſo iſt nach einem bekannten Lehrſatze:

$$S_1 . S_2 = u_1 . v_1 + (u_2 . v_1 + u_1 . v_2) + (u_3 . v_1 + u_2 . v_2 + u_1 . v_3) + (u_4 . v_1 + u_3 . v_2 + u_2 . v_3 + u_1 . v_4) + \ldots\ldots\ldots,$$

wo die Summe der Reihen rechts ſich ebenfalls innerhalb obiger Grenzen demſelben Grenzwerthe $S_1 . S_2$ nähert, alſo unbedingt convergirt.

Hieraus folgt, daß die Ausdrücke σ^2, σ^3, σ^4 ꝛc. ſich durch **Reihen** nach aufſteigenden Potenzen von y' darſtellen laſſen, welche **innerhalb** der Grenzen $y'^2 < 1$ unbedingt convergiren.

Ein Ausdruck von der Form: $(1 + \sigma)^{-m}$ läßt ſich darſtellen durch die Doppelſumme:

$$\left(1+\sigma\right)^{-m} = 1 + \binom{-m}{1} . \sigma + \binom{-m}{2} . \sigma^2 + \binom{-m}{3} . \sigma^3 + \ldots;$$

da, wie ſoeben gezeigt wurde, die Zeilenſummen dieſer Reihe unter den gemachten Vorausſetzungen jede für ſich unbedingt convergiren, ſo convergirt nach einem andern bekannten Lehrſatze auch die Doppelſumme, wenn die Zeilenſummen eine unbedingt convergente Reihe bilden. Dies geſchieht im vorliegenden Falle, wenn σ zwiſchen den Grenzen $+1$ und -1 liegt, dieſe Grenzen ſelbſt ausgeſchloſſen.

Nun laſſen ſich die im § 1 verzeichneten Integrale, welche die Elemente x, y, t darſtellen, auch ſchreiben:

$$x = \frac{v_0^2}{g} . \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n . b_n . v_0^n}{g} \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} . dy'\right]^{-\frac{2}{n}} . dy'$$

$$y = \frac{v_0^2}{g} . \int_0^{y'} . \left[1 + \frac{n . b_n . v_0^n}{g} . \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} . dy'\right]^{-\frac{2}{n}} . y' . dy'$$

$$t = \frac{v_0}{g} . \int_0^{y'} . \left[1 + \frac{n . b_n . v_0^n}{g} . \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} . dy'\right]^{-\frac{1}{n}} . dy'$$

und führen die angeſtellten Betrachtungen daher zu dem Reſultate, daß die Reihenentwickelung nach y' convergent iſt, wenn die Bedingungen:

1. $y'^2 < 1$

2. $$-\frac{g}{n . b_n . v_0^n} < \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} . dy' < +\frac{g}{n . b_n . v_0^n}$$

erfüllt werden. In dem ſpeciellen Falle, wo n eine ungerade Zahl iſt, bleibt allein die zweite Bedingung beſtehen, weil dann die Reihe σ eine endliche Anzahl Glieder beſitzt.

Was zunächſt dieſe zweite, für alle Widerſtandsgeſetze gültige Bedingung betrifft, ſo ſagt ſie aus, daß y' abſolut genommen kleiner bleiben muß, als der Tangens desjenigen Tangentialwinkels, für welchen die Geſchwindigkeit unendlich wird. Man kann nämlich stets einen Punkt derart beſtimmen, für welchen

$$\int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \, . \, dy' = - \frac{g}{n \, . \, b_n \, . \, v_0^{\,n}}$$

iſt; dieſe Gleichung kann nur, muß aber ſtets durch einen einzigen reellen Werth von y' ($y' = -\eta'$) befriedigt werden, da obiges Integral eine ſtetig wachſende Funktion von y' iſt. Der fragliche Punkt gehört dem aufſteigenden Aſte an und liegt natürlich jenſeits des Anfangspunktes der Bahn; deshalb muß auch, inſofern es ſich wenigſtens um Erhöhungswinkel handelt, η' abſolut genommen größer als tgα ſein, und laſſen ſich daher, Erhöhungen unter 45 Grad vorausgeſetzt, die Elemente der Geſchützmündung ſtets durch convergente Reihen nach aufſteigenden Potenzen von y' entwickeln.

Verfaſſer verzichtet aus Mangel an Raum darauf, auf dieſen theoretiſch ſehr intereſſanten Punkt näher einzugehen, zumal derſelbe, wie man ſpäter ſehen wird, bei Anwendung der unten aufgeſtellten „Rechnenformeln" außer Acht bleiben kann.

Für die vorliegende Arbeit iſt die zuerſt aufgeführte Bedingung $y'^2 \leqq 1$ von ungleich größerer Bedeutung, da aus ihr reſultirt, daß bei Elevationen oder Fallwinkeln über 45 Grad die Berechnung der Bahnelemente mittelſt Reihenentwickelung nach y' unmöglich iſt, wenn n eine gerade oder gebrochene Zahl bedeutet.

Dieſe Grenze der Convergenz läßt ſich indeſſen beliebig erweitern, wenn man nicht nach y', ſondern nach z entwickelt.

Es war:

$$\left(\frac{1}{g} z'\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1^{\,n} . \cos \tau_1^{\,n}} + \frac{1}{\cos \tau_1^{\,n-1}} \cdot \frac{n b_n}{g}$$

$$\cdot \int_0^{z} \left[1 + \left(z \, . \, \sin 2\tau_1 + z^2 \, . \, \cos \tau_1^{\,2}\right)\right]^{\frac{n-1}{2}} . \, dz$$

und muß, damit das Integral rechts ſich in eine unbedingt convergente Reihe nach z entwickeln läßt, $z \, . \sin . \, 2\tau_1 + z^2 . \cos \tau_1^{\,2} \leqq 1$ ſein. Dies liefert die Bedingung:

$$1 . \alpha . \operatorname{tag} \tau_1^2 \geqq 1/2 (y'^2 - 1);$$

daß $\operatorname{tag} \tau_1$ daſſelbe Vorzeichen wie y' haben muß, braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden. Für $y' = tg\,60^\circ$ wird $\operatorname{tag} \tau_1 \geqq \operatorname{tag} 45^\circ$, woraus folgt, daß bei Elevationen oder Fallwinkeln über 60 Grad mindeſtens zwei Zwiſchenrechnungen für die Ermittelung der Elemente jedes Aſtes vorzunehmen ſind.

An Stelle der Bedingung sub 2 hat man hier, wie leicht erhellt, folgende:

$$2_\alpha . - \frac{g}{n . b_n . v_1^n . \cos \tau_1^n} < \frac{1}{\cos \tau_1^{n-1}} .$$

$$\int_0^z \left[1 + (z . \sin 2\tau_1 + z^2 . \cos \tau_1^2)\right]^{\frac{n-1}{2}} . dz . < + \frac{g}{n b_n v_1^n . \cos \tau_1^n},$$

welche weiter unten näher unterſucht wird.

Was die Reihenentwickelung nach x angeht, ſo iſt es dem Verfaſſer nicht gelungen, deren Convergenz-Bedingungen nachzuweiſen; nach vielen von ihm durchgerechneten Beiſpielen zu ſchließen, ſcheint es, als ob die Grenzen der Convergenz die nämlichen wären.

Daß die sub 2 aufgeführte Bedingung auch für die Reihenentwickelung nach x gültig iſt, erſcheint unzweifelhaft, weil eine Bewegung jenſeits des Punktes, für welchen $y' = -\eta'$ wird, ſinnlos iſt.

§ 4.

Reihenentwickelung nach x und y' für das quadratiſche Luftwiderſtandsgeſetz.

Für n = 2 geht Formel 8 des § 1 über in:

$$\text{I. } \frac{1}{v_0^2} = \frac{1}{c^2 . \cos \alpha^2} + \frac{b_2}{g} \left[\frac{tg\,\alpha}{\cos\,\alpha} + \ln \operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)\right] .$$

Die Formel 7 zwiſchen den Grenzen o und y′ genommen liefert:

$$\text{II.}\ \frac{1}{g}\, y'' = \frac{1}{v_0^2} + \frac{b_2}{g}\left[y' \sqrt{1+y'^2} + \ln\left(y' + \sqrt{1+y'^2}\right)\right],$$

eine Gleichung, deren weitere Integration in geſchloſſener Form unmöglich iſt; dagegen kann dieſelbe zur Ermittelung der Endgeſchwindigkeit dienen, wenn der Fallwinkel bekannt iſt; man hat:

$$\text{III.}\ \frac{1}{v'^2} = \cos \tau'^2 \left[\frac{1}{v_0^2} + \frac{b_2}{g}\left(\frac{\operatorname{tag} \tau'}{\cos \tau'} + \ln \operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\tau'}{2}\right)\right)\right].$$

Um die Ordinaten der Bahn als Functionen der Absciſſen nach Mac Laurin entwickeln zu können, müſſen die Ableitungen von y nach x gebildet werden.

Zunächſt iſt bekannt:

$$y' = \operatorname{tag} \tau$$

$$y'' = \frac{g}{v^2 \cdot \cos \tau^2};$$

ſodann folgt aus Gleichung 6 des § 1

$$y''' = 2\, b_2 \,(1+y'^2)^{\frac{1}{2}}\, y'';$$

durch fortgeſetzte Differentiation dieſes Ausdrucks wäre es möglich, alle höhern Ableitungen zu erhalten.

Allein folgender Weg führt leichter zum Ziele: die Formel II liefert die Relation $y'' = g \cdot f(y')$, welcher Ausdruck der Kürze halber gleich $g \cdot \nu$ geſetzt werde; dann wird $y''' = g\,\nu'\, y'' = g^2 \cdot \nu \cdot \nu'$ u. ſ. w.; man hat demzufolge:

$$y''' = g^2\, \nu \cdot \nu'$$

$$y^{(4)} = g^3\, (\nu^2 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^2)$$

$$y^{(5)} = g^4\, (\nu^3 \cdot \nu''' + 4\,\nu^2 \cdot \nu' \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^3)$$

$$y^{(6)} = g^5\, (\nu^4 \cdot \nu^{(4)} + 7\,\nu^3 \cdot \nu' \cdot \nu''' + 4\,\nu^3 \cdot \nu''^2 + 11\,\nu^2 \cdot \nu'^2 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^4)$$

$$y^{(7)} = g^6\, (\nu^5 \cdot \nu^{(5)} + 11\,\nu^4 \cdot \nu' \cdot \nu^{(4)} + 15\,\nu^4 \cdot \nu'' \cdot \nu''' + 32\,\nu^3 \cdot \nu'^2 \cdot \nu''' + 34\,\nu^3 \cdot \nu' \cdot \nu''^2 + 26\,\nu^2 \cdot \nu'^3 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^5)$$

$$y^{(8)} = g^7\, (\nu^2 \cdot \nu^{(6)} + 16 \cdot \nu^5 \cdot \nu' \cdot \nu^{(5)} + 26\,\nu^5 \cdot \nu'' \cdot \nu^{(4)} + 15\,\nu^5 \cdot \nu'''^2 + 76\,\nu^4 \cdot \nu'^2 \cdot \nu^{(4)} + 192\,\nu^4 \cdot \nu' \cdot \nu'' \cdot \nu''' + 34\,\nu^4 \cdot \nu''^3 + 122\,\nu^3 \cdot \nu'^3 \cdot \nu''' + 180\,\nu^3 \cdot \nu'^2 \cdot \nu''^2 + 57\,\nu^2 \cdot \nu'^4 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^6)$$

$$y^{(9)} = g^8 (\nu^7 . \nu^{(7)} + 22 \nu^8 . \nu' . \nu^{(6)} + 42 \nu^8 . \nu'' . \nu^{(5)} + 56 \nu^8 . \nu''' . \nu^{(4)}$$
$$+ 267 \nu^5 . \nu' . \nu'''^2 + 156 \nu^2 . \nu'^2 . \nu^{(5)} + 474 \nu^8 . \nu' . \nu'' . \nu^{(4)}$$
$$+ 294 \nu^8 . \nu''^2 . \nu''' + 426 \nu^4 . \nu'^3 . \nu^{(4)} + 1494 \nu^4 . \nu'^2 . \nu'' . \nu'''$$
$$+ 496 \nu^4 . \nu' . \nu''^3 + 423 \nu^2 . \nu'^4 . \nu''' + 768 \nu^2 . \nu'^3 . \nu''^2$$
$$+ 120 \nu^2 . \nu'^5 . \nu'' + \nu . \nu'^7)$$

$$y^{(10)} = g^9 (29 \nu^7 . \nu' . \nu^{(7)} + 98 \nu^7 . \nu''' . \nu^{(5)} + 2829 \nu^2 . \nu'^2 . \nu'''^2$$
$$+ 1206 \nu^2 . \nu'^3 . \nu^{(5)} + 1389 \nu^2 . \nu'^5 . \nu''' + \nu . \nu'^2).$$

Hierzu werde bemerkt, daß beim 10. Differentialquotienten, da dieſer in vorliegender Arbeit als letzter Berückſichtigung findet, alle Glieder, welche gerade Ableitungen von ν als Faktoren enthalten, weggelaſſen ſind.

Für $y' = o$ wird

$$\nu_0 = \frac{1}{v_0^2}$$

$$\nu_0' = \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0'' = v_0^{(2n)} = 0$$

$$\nu_0''' = \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0^{(5)} = -3 . \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0^{(7)} = +45 . \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0^{(9)} = -1575 . \frac{2 b_2}{g}$$

Subſtituirt man dieſe Werthe in die Gleichungen für die Ableitungen von y nach x, ſo erhält man:

$$y_0'' = \frac{g}{v_0^2}$$

$$y_0''' = \frac{g}{v_0^2} \left(2 b_2\right)^1$$

$$y_0^{(4)} = \frac{g}{v_0^2} \left(2 b_2\right)^2$$

$$y_0^{(5)} = \frac{g}{v_0^2} \left(2 b_2\right)^3 + 1 . \left(\frac{g}{v_0^2}\right)^2 \left(2 b_2\right)^1$$

$$y_0^{(6)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2\,b_2\right)^4 + 7\,.\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^2\left(2\,b_2\right)^2$$

$$y_0^{(7)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2\,b_2\right)^5 + 32\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^2\left(2\,b_2\right)^3 - 3\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2\,b_2\right)^1$$

$$y_0^{(8)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2\,b_2\right)^6 + 122\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^2\left(2\,b_2\right)^4 - 33\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$y_0^{(9)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2\,b_2\right)^7 + 423\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^2\left(2\,b_2\right)^5 - 201\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2\,b_2\right)^3 + 45\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^4\left(2\,b_2\right)^1$$

$$y_0^{(10)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2\,b_2\right)^8 + 1389\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^2\left(2\,b_2\right)^6 - 789\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2\,b_2\right)^4 + 1011\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^4\left(2\,b_2\right)^2$$

Demnach hat man nach Mac Laurin:

$$\text{IV.}\quad y = \frac{1}{2\,b_2}\Big[k\,.\left(e^{\varkappa} - \varkappa - 1\right) + k^2\,.\left(\frac{1}{120}\varkappa^5 + \frac{7}{720}\varkappa^6 + \frac{2}{315}\varkappa^7 + \frac{61}{20160}\varkappa^8 + \frac{47}{40320}\varkappa^9 + \frac{463}{1209600}\varkappa^{10}\right) - k^3\,.\left(\frac{1}{1680}\varkappa^7 + \frac{11}{13440}\varkappa^8 + \frac{67}{120960}\varkappa^9 + \frac{263}{1209600}\varkappa^{10}\right) + k^4\left(\frac{1}{8064}\varkappa^9 + \frac{337}{1209600}\varkappa^{10}\right)\Big]$$

$$\text{V.}\quad y' = k\left(e^{\varkappa} - 1\right) + k^2\left(\frac{1}{24}\varkappa^4 + \frac{7}{120}\varkappa^5 + \frac{2}{45}\varkappa^6 + \frac{61}{2520}\varkappa^7 + \frac{47}{4480}\varkappa^8 + \frac{463}{120960}\varkappa^9\right) - k^3\left(\frac{1}{240}\varkappa^6 + \frac{11}{1680}\varkappa^7 + \frac{67}{13440}\varkappa^8 + \frac{263}{120960}\varkappa^9\right) + k^4\left(\frac{1}{896}\varkappa^8 + \frac{337}{120960}\varkappa^9\right),$$

wo $k = \dfrac{g}{2\,v_0^2\,b_2}$ und $\varkappa = 2\,b_2\,x$ iſt.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu erhalten, bildet man die höheren Differentialquotienten von t nach x; Formel 4 des § 1 liefert $\dfrac{dt}{dx} = t' = \left(\dfrac{1}{g}\,y''\right)^{1/2} = \nu^{1/2}$; man hat demnach

$$t'' = \frac{g}{2}\, \nu^{1/2} . \nu'$$

$$t''' = \frac{g^2}{2} \left(\frac{1}{2}\, \nu^{1/2} . \nu'^2 + \nu^{3/2} . \nu''\right)$$

$$t^{(4)} = \frac{g^3}{2} \left(\frac{1}{4}\, \nu^{1/2} . \nu'^3 + \frac{5}{2}\, \nu^{3/2} . \nu' . \nu'' + \nu^{5/2} . \nu'''\right)$$

$$t^{(5)} = \frac{g^4}{2} \left(\frac{1}{8}\, \nu^{1/2}\, \nu'^4 + \frac{9}{2}\, \nu^{3/2}\, \nu'^2 . \nu'' + 5/2\, \nu^{5/2}\, \nu''^2 + 5\, \nu^{5/2}\, \nu'\, \nu'''\right.$$
$$\left. + \nu^{7/2}\, \nu^{(4)}\right)$$

$$t^{(6)} = \frac{g^5}{2} \left(\frac{1}{16}\, \nu^{1/2}\, \nu'^5 + 17\, \nu^{5/2}\, \nu'^2\, \nu''' + \nu^{3/2}\, \nu^{(5)}\right)$$

Subſtituirt man hierin die Werthe von ν_2 und deſſen Ab=leitungen, ſo wird:

$$t_0' = \frac{1}{v_2}$$

$$t_0'' = \frac{1}{v_2}\, b_2$$

$$t_0''' = \frac{1}{v_0}\, b_2^2$$

$$t_0^{(4)} = \frac{1}{v_0}\, b_2^3 + 1 \cdot \frac{g^2}{v_2^5}\, b_2$$

$$t_0^{(5)} = \frac{1}{v_2}\, b_2^4 + 10 \cdot \frac{g^2}{v_2^5}\, b_2^2$$

$$t_0^{(6)} = \frac{1}{v_0}\, b_2^5 + 68 \cdot \frac{g^2}{v_2^5}\, b_2^3 - 3 \cdot \frac{g^4}{v_2^9}\, b_2\, ;$$

mithin hat man nach Mac Laurin

$$\text{VI. } t = \frac{1}{v_0 b_2} \left[\left(\sqrt{e^{x}} - 1\right) + k^2 \left(\frac{1}{96}\, x^4 + \frac{1}{96}\, x^5 + \frac{17}{2880}\, x^6\right)\right.$$
$$\left. - k^4 \cdot \frac{1}{960}\, x^6\right].$$

Die Werthe von x_0' und deſſen Ableitungen lauten:

$$g\, x_0' = + \quad \left(\frac{v_2^2}{g}\right)^1 \left(2\, b_2\right)^0$$

$$g\,x_0'' = -1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0''' = +2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(4)} = -3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3 - 1\cdot1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0^{(5)} = +4!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^5\left(2\,b_2\right)^4 + 4\cdot2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(6)} = -5!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^6\left(2\,b_2\right)^5 - 10\cdot3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3$$

$$+ 3\cdot1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0^{(7)} = +6!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^7\left(2\,b_2\right)^6 + 20\cdot4!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^5\left(2\,b_2\right)^4$$

$$- 8\cdot2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(8)} = -7!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^8\left(2\,b_2\right)^7 - 35\cdot5!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^6\left(2\,b_2\right)^5$$

$$- 7\cdot3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3 - 45\cdot1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0^{(9)} = +8!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^9\left(2\,b_2\right)^8 + 56\cdot6!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^7\left(2\,b_2\right)^6$$

$$+ 112\cdot4!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^5\left(2\,b_2\right)^4 + 192\cdot2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(10)} = -9!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^{10}\left(2\,b_2\right)^9 - 84\cdot7!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^8\left(2\,b_2\right)^7$$

$$- 462\cdot5!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^6\left(2\,b_2\right)^5 - 388\cdot3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3$$

$$+ 1575\cdot1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1.$$

Demnach hat man nach Mac Laurin, wenn $\frac{2v_0^2b_2}{g}.y' = \eta$ geſetzt wird:

$$\text{VII.}\ x = \frac{1}{2\,b_2}\left[\ln(1+\eta) - k^2\left(\frac{1}{24}\eta^4 - \frac{1}{15}\eta^5 + \frac{1}{12}\eta^6 - \frac{2}{21}\eta^7 + \frac{5}{48}\eta^8 - \frac{1}{9}\eta^9 + \frac{7}{60}\eta^{10}\right) + k^4\left(\frac{1}{240}\eta^6 - \frac{1}{315}\eta^7 - \frac{1}{960}\eta^8 + \frac{1}{135}\eta^9 - \frac{11}{720}\eta^{10}\right) - k^6\left(\frac{1}{896}\eta^8 - \frac{1}{945}\eta^9 + \frac{97}{151200}\eta^{10}\right) + k^8\,\frac{1}{2304}\eta^{10}\right].$$

Mittelſt der Gleichung $y = \int \frac{dx}{dy'} \cdot \frac{dy}{dx} \cdot dy'$ erhält man ferner:

$$\text{VIII.}\ y = \frac{1}{2\,b_2}\left[k\left(\eta - \ln(1+\eta)\right) - k^3\left(\frac{1}{30}\eta^5 - \frac{1}{18}\eta^6 + \frac{1}{14}\eta^7 - \frac{1}{12}\eta^8 + \frac{5}{54}\eta^9 - \frac{1}{10}\eta^{10} + \frac{7}{66}\eta^{11}\right) + k^5\left(\frac{1}{280}\eta^7 - \frac{1}{360}\eta^8 - \frac{1}{1080}\eta^9 + \frac{1}{150}\eta^{10} - \frac{1}{72}\eta^{11}\right) - k^7\left(\frac{1}{1008}\eta^9 - \frac{1}{1050}\eta^{10} + \frac{97}{166320}\eta^{11}\right) + k^9 \cdot \frac{10}{25344}\eta^{11}\right].$$

Anmerkung.

Bedeutet $F(n, k^p)$ den Zahlenfactor eines Gliedes, welches einer Klammer mit dem vorgerückten Factor k^p angehört und deſſen Exponent n iſt, ſo iſt:

$$F(n, k^2) = (-1)^{n-1} \cdot \frac{1}{6} \cdot \left(1 - \frac{3}{n}\right)$$

$$F(n, k^3) = (-1)^{n} \cdot \frac{1}{6}\left(1 - \frac{4}{n}\right)$$

$$F(n, k^4) = (-1)^{n-1} \cdot \frac{(n-5)\,(5n-39)}{360\,n}$$

$$F(n, k^5) = (-1)^{n} \cdot \frac{(n-6)\,(5n-44)}{360\,n}.$$

Für die übrigen Klammern iſt eine Aufſtellung von Formeln für die Zahlenfactoren der Glieder nicht erforderlich, da hier die

oben aufgeführte Anzahl der Glieder in jedem Falle genügt. Uebrigens wird durch dieſe Formeln außer den Zahlenfactoren noch das Vorzeichen jedes Gliedes beſtimmt, welches daſſelbe nach Auflöſung der Klammer beſitzt.

§ 5.

Reihenentwickelung nach x und y' für das cubiſche Luftwiderſtandsgeſetz.

Für n = 3 geht Formel 8 des § 1 über in

$$\text{I. } \frac{1}{v_0{}^3} = \frac{1}{c^3 \cdot \cos\alpha^3} + \frac{3b_3}{g}\left(\operatorname{tag}\alpha + \tfrac{1}{3}\operatorname{tag}\alpha^3\right),$$

während Formel 7 des § 1 liefert

$$\text{II. } \left(\frac{1}{g}\,y''\right)^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{v_0{}^3} + \frac{3b_3}{g}\left(y' + \tfrac{1}{3}y'^3\right).$$

Hieraus läßt ſich ableiten:

$$x = \frac{1}{g}\int \frac{dy'}{\sqrt[3]{\frac{1}{v_0{}^3} + \frac{3b_3}{g}\left(y' + \frac{1}{3}y'^3\right)}},$$

$$y = \frac{1}{g}\int \frac{y'\,dy'}{\sqrt[3]{\frac{1}{v_0{}^3} + \frac{3b^3}{g}\left(y' + \frac{1}{3}y'^3\right)}},$$

$$t = \frac{1}{g}\int \frac{dy'}{\sqrt[3]{\frac{1}{v_0{}^3} + \frac{3b_3}{g}\left(y' + \frac{1}{3}y'^3\right)}}$$

Dieſe Integrale laſſen ſich, wie ſchon oben erwähnt, auf elliptiſche Functionen reduciren; in vorliegender Arbeit ſoll jedoch der Gleichmäßigkeit wegen die Entwickelung wie im § 2 erfolgen.

Man findet aus Formel II:

$$\text{III.}\quad \frac{1}{v'^2} = \cos r'^2 \left[\frac{1}{v_0^2} + \frac{3\,b_2}{g}\left(\operatorname{tag} r' + {}^1\!/_3 \operatorname{tag} r'^3\right)\right].$$

Die Formel II liefert die Relation $y'' = g\left[f(y')\right]^{2/3}$, ein Ausdruck, welcher der Kürze halber gleich $g \cdot \varrho^{2/3}$ geſetzt wird; dann hat man $y''' = {}^2\!/_3\, g \cdot \varrho^{-1/3} \cdot \varrho' \cdot y'' = \frac{2}{3} g^2 \varrho^{1/3} \cdot \varrho'$ u. ſ. w.

Demzufolge erhält man:

$$y'' = g \cdot \varrho^{2/3}$$

$$y''' = \frac{2}{3} g^2 \cdot \varrho^{1/3} \cdot \varrho'$$

$$y^{(4)} = \frac{2}{3} g^3 \left({}^1\!/_3\, \varrho'^2 + \varrho \cdot \varrho''\right)$$

$$y^{(5)} = \frac{2}{3} g^4 \left(\frac{5}{3} \varrho^{2/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'' + \varrho^{5/3} \cdot \varrho'''\right)$$

$$y^{(6)} = \frac{2}{3} g^5 \left(\frac{10}{9} \varrho^{1/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'' + \frac{5}{3} \varrho^{4/3} \cdot \varrho''^2 + \frac{10}{3} \varrho^{4/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'''\right)$$

$$y^{(7)} = \frac{2}{3} g^6 \left(\frac{10}{27} \varrho'^3 \cdot \varrho'' + \frac{40}{9} \varrho \cdot \varrho' \cdot \varrho''^2 + \frac{50}{9} \varrho \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho''' + \frac{20}{3} \varrho^2 \cdot \varrho'' \cdot \varrho'''\right)$$

$$y^{(8)} = \frac{2}{3} g^7 \left(\frac{50}{9} \varrho^{2/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho''^2 + \frac{160}{27} \varrho^{3/3} \cdot \varrho'^3 \cdot \varrho''' + \frac{40}{9} \varrho^{5/3} \cdot \varrho''^3 + \frac{100}{3} \varrho^{5/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'' \cdot \varrho''' + \frac{20}{3} \varrho^{8/3} \cdot \varrho'''^2\right)$$

$$y^{(9)} + \frac{2}{3} g^8 \left(\frac{100}{27} \varrho^{1/3} \cdot \varrho'^3 \cdot \varrho''^2 + \frac{500}{27} \varrho^{4/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho''^3 + \frac{760}{9} \varrho^{4/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'' \cdot \varrho''' + \frac{320}{81} \varrho^{1/3} \cdot \varrho'^4 \cdot \varrho''' + \frac{140}{3} \varrho^{7/3} \cdot \varrho''^2 \cdot \varrho''' + \frac{460}{9} \varrho^{7/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'''^2\right)$$

$$y^{(10)} = \frac{2}{3} g^9 \left(\frac{100}{81} \varrho'^4 \cdot \varrho''^3 + \frac{2900}{81} \varrho \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho''^3 + \frac{11000}{81} \varrho \cdot \varrho'^3 \cdot \varrho'' \cdot \varrho''' + \frac{50}{27} \varrho^2 \cdot \varrho''^4 + \frac{1000}{3} \varrho^2 \cdot \varrho' \cdot \varrho''^2 \cdot \varrho''' + \frac{5500}{27} \varrho^2 \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'''^2 + \frac{320}{243} \varrho'^5 \cdot \varrho''' + \frac{1300}{9} \varrho^3 \cdot \varrho'' \cdot \varrho'''^2\right)$$

$$y^{(11)} = \frac{2}{3} g^{10} \left(\frac{1300}{9} \varrho^{11/3} \cdot \varrho'''^3 + \frac{44000}{81} \varrho^{5/3} \cdot \varrho'^3 \cdot \varrho'''^2\right).$$

Hierzu wird bemerkt, daß bei allen Differentialquotienten diejenigen Glieder, welche höhere Ableitungen von ϱ, als die dritte als Factoren enthalten, ſowie bei dem 11. außerdem ſolche, welche als Factoren die zweite Ableitung von ϱ haben, weggelaſſen ſind; der 11. Differentialquotient wurde deshalb hergeleitet, um die eigenthümliche Regelmäßigkeit in der Bildung aller Differentialquotienten deutlicher zu Tage treten zu laſſen.

Für $y' = o$ wird:

$$\varrho_2 = \frac{1}{v_0^2}$$

$$\varrho_0' = \frac{3 b_3}{g}$$

$$\varrho_0'' = o$$

$$\varrho_2''' = 2 \cdot \frac{3 b_3}{g}.$$

Setzt man dieſe Werthe in die obigen Gleichungen ein, ſo wird:

$$y_2'' = \frac{g}{v_0^2} \left(3 b_3\right)^0$$

$$y_2''' = \frac{2}{3} \cdot \frac{g}{v_0} \left(3 b_3\right)^1$$

$$y_2^{(4)} = \frac{2}{9} \cdot g \left(3 b_3\right)^2$$

$$y_2^{(5)} = o + \frac{4}{3} \frac{g^2}{v_0^5} \left(3 b_3\right)^1$$

$$y_0^{(6)} = \quad o \quad + \frac{40}{9} \frac{g^3}{v_0^4} \left(3\,b_3\right)^2$$

$$y_0^{(7)} = \quad o \quad + \frac{200}{27} \frac{g^3}{v_0^5} \left(3\,b_3\right)^3$$

$$y_0^{(8)} = \quad o \quad + \frac{640}{81} \frac{g^3}{v_0^2} \left(3\,b_3\right)^4 + \frac{160}{9} \frac{g^4}{v_0^8} \left(3\,b_3\right)^2$$

$$y_0^{(9)} = \quad o \quad + \frac{1280}{243} \frac{g^3}{v_0} \left(3\,b_3\right)^5 + \frac{3680}{27} \frac{g^4}{v_0^7} \left(3\,b_3\right)^3$$

$$y_0^{(10)} = \quad o \quad + \frac{1280}{729}\, g^3 \left(3\,b_3\right)^6 + \frac{44000}{81} \frac{g^4}{v_0^6} \left(3\,b_3\right)^4$$

$$y_0^{(11)} = \quad o \quad + \quad o \quad + \frac{352000}{243} \frac{g^4}{v_0^5} \left(3\,b_3\right)^5$$

$$+ \frac{20800}{27} \frac{g^7}{v_0^{11}} \left(3\,b_3\right)^3 .$$

Mithin hat man nach Mac Laurin:

$$\text{IV. } y = \frac{1}{3 v_0 b_3} \Big[l \left(\frac{1}{2} \lambda^2 + \frac{1}{9} \lambda^3 + \frac{1}{108} \lambda^4 \right) + l^3 \Big(\frac{1}{90} \lambda^5 + \frac{1}{162} \lambda^6$$

$$+ \frac{5}{6 \cdot 567} \lambda^7 + \frac{1}{9 \cdot 567} \lambda^8 + \frac{2}{243 \cdot 567} \lambda^8 + \frac{1}{3645 \cdot 567} \lambda^{10} \Big)$$

$$+ l^5 \left(\frac{1}{2268} \lambda^8 + \frac{23}{27 \cdot 2268} \lambda^9 + \frac{55}{162 \cdot 2268} \lambda^{10} + \cdots \right) \Big] \cdots$$

$$\text{V. } y' = l \left((1 + {}^1\!/_3\, \lambda)^3 - 1 \right) + l^3 \Big(\frac{1}{18} \lambda^4 + \frac{1}{27} \lambda^5 + \frac{5}{486} \lambda^6$$

$$+ \frac{8}{9 \cdot 567} \lambda^7 + \frac{2}{27 \cdot 567} \lambda^8 + \frac{2}{729 \cdot 567} \lambda^9 \Big) + l^5 \Big(\frac{2}{567} \lambda^7$$

$$+ \frac{23}{12 \cdot 567} \lambda^8 + \frac{275}{324 \cdot 567} \lambda^9 \Big) .$$

Hierin iſt $l = \frac{g}{3 v_0^3 b_3}$ und $\lambda = 3 v_0 b_3 \cdot x$ zu ſetzen.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu gewinnen, geht man aus von der Relation $\frac{dt}{dx} = \left(\frac{1}{g} y''\right)^{1/2} = \varrho^{1/3}$, woraus man durch Differentiation erhält:

$$t'' = \frac{1}{3} g \cdot \varrho'$$

$$y^{(10)} = \frac{2}{3} g^5 \Big(\frac{100}{81} \varrho'^4 \cdot \varrho \ldots$$

$$+ \frac{11000}{81} \varrho \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'' \cdot \ldots$$

$$+ \frac{1000}{3} \varrho^2 \cdot \varrho' \cdot \varrho''^2 \cdot \varrho' \ldots$$

$$+ \frac{320}{243} \varrho' \ldots$$

$$y^{(11)} = \frac{2}{3} g^{5} \Big(\frac{1300}{9} \varrho^{11/2} \cdot \varrho'''^2 + \ldots$$

Hierzu wird bemerkt, daß bei allen … jenigen Glieder, welche höhere Ableitung… als Factoren enthalten, ſowie bei de… welche als Factoren die zweite Ableitung … ſind; der 11. Differentialquotient wurde … die eigenthümliche Regelmäßigkeit in der Bil… quotienten deutlicher zu Tage treten zu laſſe…

Für $y' = o$ wird:

$$\varrho_0 = \frac{1}{v_0^2}$$

$$\varrho_0' = \frac{3b_2}{g}$$

$$\varrho_0'' = o$$

$$\varrho_0''' = 2 \cdot \frac{3b_2}{g}.$$

Setzt man dieſe Werthe in die obigen Glei… ſo wird:

$$y_0'' = \frac{g}{v_0^2} \Big(3 b_2\Big)^0$$

$$y_0''' = \frac{2}{3} \cdot \frac{g}{v_0} \Big(3 b_2\Big)^1$$

$$y_0^{(4)} = \frac{2}{9} \cdot g \Big(3 b_2\Big)^2$$

$$y_0^{(5)} = \quad o \quad + \frac{4}{3} \frac{g^2}{v_0^2} \Big(3 b_2\Big)^3$$

$$o + \frac{40}{9}\,\frac{g^2}{v_0^4}\left(3\,b_3\right)^2$$

$$= \quad o + \frac{200}{27}\,\frac{g^2}{v_0^3}\left(3\,b_3\right)^3$$

$$= \quad o + \frac{640}{81}\,\frac{g^2}{v_0^2}\left(3\,b_3\right)^4 + \frac{160}{9}\,\frac{g^3}{v_0^8}\left(3\,b_3\right)^2$$

$$= \quad o + \frac{1280}{243}\,\frac{g^2}{v_0}\left(3\,b_3\right)^5 + \frac{3680}{27}\,\frac{g^5}{v_0^7}\left(3\,b_3\right)^3$$

$$= \quad o + \frac{1280}{729}\,g^2\left(3\,b_3\right)^6 + \frac{44000}{81}\,\frac{g^3}{v_0^6}\left(3\,b_3\right)^4$$

$$= \quad o + o + \frac{352000}{243}\,\frac{g^3}{v_0^5}\left(3\,b_3\right)^5 + \frac{20800}{27}\,\frac{g^7}{v_0^{11}}\left(3\,b_3\right)^3.$$

Mithin hat man nach Mac Laurin:

$$\text{V. } y = \frac{1}{3 v_0 b_3}\Big[l\left(\frac{1}{2}\lambda^2 + \frac{1}{9}\lambda^3 + \frac{1}{108}\lambda^4\right) + l^2\left(\frac{1}{90}\lambda^5 + \frac{1}{162}\lambda^6 + \frac{5}{6\cdot 567}\lambda^7 + \frac{1}{9\cdot 567}\lambda^8 + \frac{2}{243\cdot 567}\lambda^9 + \frac{1}{3645\cdot 567}\lambda^{10}\right) + l^3\left(\frac{1}{2268}\lambda^8 + \frac{23}{27\cdot 2268}\lambda^9 + \frac{55}{162\cdot 2268}\lambda^{10} + \cdots\right)\Big]\cdots$$

$$\text{V. } y' = l\left((1 + {}^1\!/_3\,\lambda)^3 - 1\right) + l^2\left(\frac{1}{18}\lambda^4 + \frac{1}{27}\lambda^5 + \frac{5}{486}\lambda^6 + \frac{8}{9\cdot 567}\lambda^7 + \frac{2}{27\cdot 567}\lambda^8 + \frac{2}{729\cdot 567}\lambda^9\right) + l^3\left(\frac{2}{567}\lambda^7 + \frac{23}{12\cdot 567}\lambda^8 + \frac{275}{324\cdot 567}\lambda^9\right).$$

Hierin iſt $l = \frac{g}{3\,v_0^2\,b_3}$ und $\lambda = 3\,v_0\,b_3\cdot x$ zu ſetzen.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu gewinnen, geht man aus von der Relation $\frac{d\,t}{d\,x} = \left(\frac{1}{g}\,y''\right)^{1/2} = \varrho^{1/3}$, woraus man durch Differentiation erhält:

$$t'' = \frac{1}{3}\,g\cdot\varrho'$$

$$t''' = \frac{1}{3}\, g^2\, \varrho^{2/3} \cdot \varrho''$$

$$t^{(4)} = \frac{1}{3}\, g^2 \left({}^2\!/_3\, \varrho^{1/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'' + \varrho^{4/3} \cdot \varrho'''\right)$$

$$t^{(5)} = \frac{1}{3}\, g^4 \left({}^2\!/_9\, \varrho'^2 \cdot \varrho'' + {}^2\!/_3\, \varrho \cdot \varrho''^2 + 2 \cdot \varrho \cdot \varrho' \cdot \varrho'''\right)$$

$$t^{(6)} = \frac{1}{3}\, g^2 \left(\frac{20}{9}\, \varrho^{2/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'''\right).$$

Folglich wird:

$$t_0' = \frac{1}{v_0}$$

$$t_0'' = b_2$$

$$t_0''' = 0$$

$$t_0^{(4)} = 2 \cdot \frac{g^2}{v_0^4}\, b_2$$

$$t_0^{(5)} = 12 \cdot \frac{g^2}{v_0^2}\, b_2^2$$

$$t_0^{(6)} = 40\, \frac{g^2}{v_0^2}\, b_2^2.$$

Demnach hat man nach Mac Laurin:

$$\text{VI.}\quad t = \frac{1}{3 v_0^2 b_2} \left[\left(\lambda + {}^1\!/_6\, \lambda^3\right) + 1^2 \left(\frac{1}{108}\, \lambda^4 + \frac{1}{270}\, \lambda^2 + \frac{1}{1458}\, \lambda^2\right)\right].$$

Die Ableitungen von $g \cdot x_0'$ lauten:

$$g\, x_0' = v_0^2$$

$$g\, x_0'' = -\frac{2}{3} \cdot v_0^5 \cdot \left(\frac{3b_2}{g}\right)^1$$

$$g\, x_0''' = +\frac{2 \cdot 5}{3^2} \cdot v_0^8 \left(\frac{3b_2}{g}\right)^2$$

$$g\, x_0^{(4)} = -\frac{2 \cdot 5 \cdot 8}{3^3}\, v_0^{11} \left(\frac{3b_2}{g}\right)^3 - 1 \cdot 2 \cdot \frac{2}{3}\, v_2^2 \left(\frac{3b_2}{g}\right)^1$$

$$g\, x_0^{(5)} = +\frac{2 \cdot \cdot 11}{3^4}\, v_0^{14} \left(\frac{3b_2}{g}\right)^4 + 4 \cdot 2 \cdot \frac{2 \cdot 5}{3^2}\, v_0^2 \left(\frac{3b_3}{g}\right)^2$$

$$g\,x_0^{(6)} = -\frac{2\cdot\cdot 14}{3^5}\;v_0^{17}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^5 - 10\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 8}{3^3}\,v_0^{11}\left(\frac{3b_3}{g}\right)^3$$

$$g\,x_0^{(7)} = +\frac{2\cdot\cdot 17}{3^6}\;v_0^{20}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^6 + 20\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 11}{3^4}\,v_0^{14}\left(\frac{3b_3}{g}\right)^4$$

$$+\;1\cdot 40\cdot\frac{2\cdot 5}{3^2}\;v_0^{8}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^2$$

$$g\,x_0^{(8)} = -\frac{2\cdot\cdot 20}{3^7}\;v_0^{23}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^7 - 35\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 14}{3^5}\,v_0^{17}\left(\frac{3b_3}{g}\right)^5$$

$$-\;7\cdot 40\cdot\frac{2\cdot 5\cdot 8}{3^3}\;v_0^{11}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^3$$

$$g\,x_0^{(9)} = +\frac{2\cdot\cdot 23}{3^8}\;v_0^{26}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^8 + 56\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 17}{3^6}\,v_0^{20}\left(\frac{3b_3}{g}\right)^6$$

$$+\,28\cdot 40\cdot\frac{2\cdot\cdot 11}{3^4}\;v_0^{14}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^4$$

$$g\,x_0^{(10)} = -\frac{2\cdot\cdot 26}{3^9}\;v_0^{29}\;\left(\frac{3b_3}{g}\right)^9 - 84\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 20}{3^7}\,v_0^{23}\left(\frac{3b_3}{g}\right)^7$$

$$-\,84\cdot 40\cdot\frac{2\cdot\cdot 14}{3^5}\,v_0^{17}\left(\frac{3b_3}{g}\right)^5 + 1\cdot 8\cdot 280\cdot\frac{2\cdot 5\cdot 8}{3^3}\,v_0^{11}\left(\frac{3b_3}{g}\right)^3.$$

Mithin wird nach Mac Laurin, wenn man $\frac{3\,v_0^{3}\,b_3}{g}\cdot y' = \xi$ ſetzt:

$$\text{VII. } x = \frac{1}{3\,v_0\,b_3}\Bigg[3\left((1+\xi)^{1/3}-1\right) - 1^3\left(\frac{1}{18}\xi^4 - \frac{2}{27}\xi^5\right.$$

$$+\frac{20}{243}\xi^6 - \frac{440}{5103}\xi^7 + \frac{385}{4374}\xi^8 - \frac{5236}{59049}\xi^9$$

$$\left.+\frac{5236}{59049}\xi^{10}\right) + 1^4\left(\frac{5}{567}\xi^7 - \frac{5}{243}\xi^8\right.$$

$$\left.+\frac{220}{6561}\xi^9 - \frac{308}{6561}\xi^{10}\right) + 1^6\cdot\frac{4}{2187}\xi^{10}\Bigg].$$

$$\text{VIII. } y = \frac{1}{3\,v_0\,b_3}\Bigg[31\left(\frac{1}{4}(1+\xi)^{4/3} - (1+\xi)^{1/3} + 3/4\right)$$

$$-1^3\left(\frac{2}{45}\xi^5 - \frac{5}{81}\xi^6 + \frac{120}{1701}\xi^7 - \frac{55}{729}\xi^8 + \frac{1540}{19683}\xi^9\right.$$

$$\left.-\frac{2618}{32805}\xi^{10} + \frac{4760}{59049}\xi^{11}\right) + 1^5\left(\frac{5}{648}\xi^8\right.$$

$$\left.-\frac{40}{2187}\xi^9 + \frac{22}{729}\xi^{10} - \frac{280}{6561}\xi^{11}\right) - 1^7\,\frac{40}{24057}\xi^{11}\Bigg].$$

Anmerkung:

Hier iſt

$$F\ (n, l^2) = - \frac{n-3}{3n} \cdot \binom{\frac{3\ (n-3)\ -1}{3}}{n-3}$$

$$F.(n, l^3) = + . \frac{n-4}{3n} \cdot \binom{\frac{3\ (n-4)\ -1}{3}}{n-4}$$

$$F\ (n, l^4) = - \frac{(n-6).(n-5)}{18n} \cdot \binom{\frac{3\ (n-5)\ -1}{3}}{n-5}$$

$$F\ (n, l^5) = + \frac{(n-7).(n-6)}{18n} \cdot \binom{\frac{3\ (n-6)\ -1}{3}}{n-6}$$

§ 6.

Reihenentwickelung nach x und y' für das biquadratiſche Widerſtandsgeſetz.

Für n = 4 geht Formel 8 des § 1 über in:

$$\text{I. } \frac{1}{v_0{}^4} = \frac{1}{c^4 . \cos \alpha^4} + \frac{b_4}{2g} \left[\frac{\text{tag}\ \alpha}{\cos \alpha} \left(5 + 2\text{tag} \alpha^2\right) + 3\ \ln\ \text{ctg} \left(45^0 - \frac{\alpha}{2}\right)\right].$$

Die Formel 7 des § 1 liefert:

$$\text{II. } \left(\frac{1}{g}\ y''\right)^2 = \frac{1}{v_0{}^4} + \frac{b_4}{2g} \left[\left(5 + 2y'^2\right) y' \sqrt{1 + y'^2} + 3\ \ln \left(y' + \sqrt{1 + y'^2}\right)\right]$$

woraus man folgert:

$$\text{III. } \frac{1}{v'^4} = \cos \tau'^4 \left[\frac{1}{v_0{}^4} + \frac{b_4}{2g} \left(\frac{\text{tag}\ \tau'}{\cos \tau'} \left(5 + 2\text{tg} \tau'^2\right) + 3\ \ln\ \text{ctg} \left(45^0 - \frac{\tau'}{2}\right)\right)\right].$$

Die Formel II liefert die Relation $y'' = g\left[f(y')\right]^{1/2}$, ein Ausdruck, welcher der Kürze halber gleich $g \,.\, \varepsilon^{1/2}$ geſetzt wird; dann hat man $y''' = \frac{1}{2} g \,.\, \varepsilon^{-1/2} \,.\, \varepsilon' \, y'' = 1/2 \, g^2 \,.\, \varepsilon'$ ꝛc.; auf dieſe Weiſe leitet man ab:

$$y'' = g \,.\, \varepsilon^{1/2}$$

$$y''' = \frac{1}{2} g^2 \, \varepsilon'$$

$$y^{(4)} = \frac{1}{2} g^3 \, \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon''$$

$$y^{(5)} = \frac{1}{2} g^4 \left(\frac{1}{2} \varepsilon' \,.\, \varepsilon'' + \varepsilon \,.\, \varepsilon'''\right)$$

$$y^{(6)} = \frac{1}{2} g^5 \left(\frac{1}{2} \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon''^2 + 3/2 \,.\, \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon' \,.\, \varepsilon''' + \varepsilon^{3/2} \,.\, \varepsilon^{(4)}\right)$$

$$y^{(7)} = \frac{1}{2} g^6 \left(\frac{1}{4} \varepsilon' \varepsilon''^2 + 5/2 \, \varepsilon \,.\, \varepsilon'' \,.\, \varepsilon''' + 3/4 \, \varepsilon'^2 \varepsilon''' + 3 \,.\, \varepsilon \,.\, \varepsilon' \,.\, \varepsilon^{(4)} + \varepsilon^2 \,.\, \varepsilon^{(5)}\right)$$

$$y^{(8)} = \frac{1}{2} g^7 \left(\frac{1}{4} \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon''^2 + 9/2 \, \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon' \,.\, \varepsilon'' \,.\, \varepsilon''' + \frac{15}{4} \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon'^2 \,.\, \varepsilon^{(4)} + \frac{5}{2} \varepsilon^{3/2} \right.$$

$$\left. .\, \varepsilon'''^2 + \frac{11}{2} \varepsilon^{3/2} \,.\, \varepsilon'' \,.\, \varepsilon^{(4)} + 5 \varepsilon^{3/2} \,.\, \varepsilon' \,.\, \varepsilon^{(5)} + \varepsilon^{5/2} \,.\, \varepsilon^{(6)}\right)$$

$$y^{(9)} = \frac{1}{2} g^8 \left(\frac{1}{8} \varepsilon' \,.\, \varepsilon''^2 + 9/4 \, \varepsilon'^2 \,.\, \varepsilon'' \,.\, \varepsilon''' + \frac{15}{8} \varepsilon'^3 \,.\, \varepsilon^{(4)} + \frac{21}{4} \varepsilon \,.\, \varepsilon''^2 \,.\, \varepsilon''' \right.$$

$$+ \frac{33}{4} \varepsilon \,.\, \varepsilon' \,.\, \varepsilon'''^2 + \frac{81}{4} \varepsilon \,.\, \varepsilon' \,.\, \varepsilon'' \,.\, \varepsilon^{(4)} + \frac{45}{4} \varepsilon \,.\, \varepsilon'^2 \,.\, \varepsilon^{(5)}$$

$$\left. + \frac{21}{2} \varepsilon^2 \,.\, \varepsilon''' \,.\, \varepsilon^{(4)} + \frac{21}{2} \varepsilon^2 \,.\, \varepsilon'' \,.\, \varepsilon^{(5)} + \frac{15}{2} \varepsilon^2 \,.\, \varepsilon' \,.\, \varepsilon^{(6)} + \varepsilon^3 \,.\, \varepsilon^{(7)}\right)$$

$$y^{(10)} = \frac{1}{2} g^9 \left(\frac{21}{2} \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon'^2 \,.\, \varepsilon'''^2 + \frac{105}{8} \varepsilon^{1/2} \,.\, \varepsilon'^2 \, \varepsilon^{(5)} + 21 \, \varepsilon^{5/2} \varepsilon''' \, \varepsilon^{(5)} \right.$$

$$\left. + \frac{21}{2} \varepsilon^{5/2} \varepsilon' \, \varepsilon^{(7)}\right).$$

Für $y' = o$ wird

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{v_0^4}$$

$[illegible] = \frac{4b_4}{g}$

$[illegible] = [illegible]$

$[illegible] = [illegible] \frac{4b_4}{g}$

$[illegible] = [illegible] \frac{4b_4}{g}$

$[illegible] = -[illegible] \frac{4b_4}{g}$

$[illegible] = [illegible] \frac{4b_4}{g}$

Substituirt man dieſe Werthe in die obigen Gleichungen, ſo [illegible] man:

$[illegible] = [illegible]$

$[illegible] = [illegible]\, g\, (4b_4)^1$

$[illegible]$

$[illegible] = [illegible] \cdot \frac{g^2}{v_0^4} (4b_4)^1$

$[illegible] = [illegible] \cdot \frac{g^3}{v_0^2} (4b_4)^2$

$[illegible] = [illegible]\, g^3 (4b_4)^3 + \frac{9}{2} \frac{g^3}{v_0^6} (4b_4)^1$

$[illegible] = 0 + \frac{135}{4} \frac{g^5}{v_0^8} (4b_4)^2$

$[illegible] = 0 + \frac{351}{4} \cdot \frac{g^5}{v_0^4} (4b_4)^3 - \frac{45}{2} \cdot \frac{g^7}{v_0^{12}} (4b_4)^1$

$[illegible] = 0 + \frac{1701}{16} \frac{g^5}{v_0^2} (4b_4)^4 + \frac{189}{4} \frac{g^7}{v_0^{10}} (4b_4)^2$

[illegible] entwickelt man hieraus:

$$[illegible] = \frac{1}{[illegible]} \Big| m \left(\frac{1}{2} \mu^2 + \frac{1}{12} \mu^3\right) + m^3 \left(\frac{1}{80} \mu^5 + \frac{1}{4.80} \mu^6\right.$$

$$\left. + \frac{1}{56.80} \mu^7\right) + m^5 \left(\frac{1}{1120} \mu^7 + \frac{3}{3584} \mu^8\right.$$

$$+\frac{13}{53760}\mu^9+\frac{3}{102400}\mu^{10}\Big)+m^4\Big(-\frac{1}{16128}\mu^9$$

$$+\frac{1}{76800}\mu^{10}\Big)\Big].$$

$$\text{V. } y' = m\left((1+{}^1/_2\,\mu)^2-1\right)+m^2\left(\frac{1}{16}\mu^4+\frac{3}{160}\mu^5+\frac{1}{640}\mu^6\right)$$

$$+m^3\left(\frac{1}{160}\mu^6+\frac{3}{448}\mu^7+\frac{39}{17920}\mu^8+\frac{3}{10240}\mu^9\right)$$

$$+m^4\left(-\frac{1}{1792}\mu^8+\frac{1}{7680}\mu^9\right).$$

Hierin iſt $m = \frac{g}{4v_0{}^4b_4}$ und $\mu = 4v_0{}^2b_4x$ geſetzt.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu erhalten, benutzt man wiederum die Relation $\frac{dt}{dx} = t' = \left(\frac{1}{g}y''\right)^{1/2} = \varepsilon^{1/4}$, woraus man ableitet:

$$t'' = \frac{1}{4}\,g\,\varepsilon^{-1/4}\,.\,\varepsilon'$$

$$t''' = \frac{1}{4}\,g^2\left(-\frac{1}{4}\varepsilon^{-3/4}\,.\,\varepsilon'^2+\varepsilon^{1/4}\,.\,\varepsilon''\right)$$

$$t^{(4)} = \frac{1}{4}\,g^3\left(+\frac{3}{16}\varepsilon^{-3/4}\,.\,\varepsilon'^3-{}^1/_4\,\varepsilon^{-1/4}\,.\,\varepsilon'\,.\,\varepsilon''+\varepsilon^{3/4}\,.\,\varepsilon'''\right)$$

$$t^{(5)} = \frac{1}{4}\,g^4\left(-\frac{15}{64}\varepsilon^{-7/4}\,.\,\varepsilon'^4+{}^1/_2\,\varepsilon^{1/4}\,.\,\varepsilon'\,.\,\varepsilon'''\right).$$

Dies liefert die Werthe:

$$t_0' = \frac{1}{v_0}$$

$$t_0'' = v_0\,.\,b_4{}^1$$

$$t_0''' = -v_0{}^3b_4{}^2$$

$$t_0{}^{(4)} = +3v_0{}^5b_4{}^3+3\frac{g^2}{v_0{}^3}b_4{}^1$$

$$t_0{}^{(5)} = -15v_0{}^7b_4{}^4+6.\frac{g^2}{v_0}b_4{}^2.$$

Hieraus entwickelt man nach Mac Laurin:

$$\text{VI. } t = \frac{1}{4 v_0^3 b_4}\left[\frac{4}{3}\left((1 + {}^1\!/_2\mu)^{3/2} - 1\right) + m^2\left(\frac{1}{32}\mu^4 + \frac{1}{320}\mu^5\right)\right]$$

Die Werthe von gx'_0 und deſſen Ableitungen lauten:

$$g x_0' = v_0^2$$

$$g x_0'' = -\frac{1}{2} v_0^6 \left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0''' = +\frac{1.3.}{2^2} v_0^{10} . \left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(4)} = -\frac{1.3.5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 1.3.\frac{1}{2}. v_0^6 \left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(5)} = +\frac{1..7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4 + 4.3.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(6)} = -\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5 - 10.3.\frac{1..5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 9.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(7)} = +\frac{1..11}{2^6} v_0^{26}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^6 + 20.3.\frac{1..7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4 + 144.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(8)} = -\frac{1..13}{2^7} v_0^{30}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^7 - 35.3.\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5 - 819.\frac{1..5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3$$

$$+ 45.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(9)} = +\frac{1..15}{2^8} v_0^{34}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^8 + 56.3.\frac{1..11}{2^6} v_0^{26}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^6 + 3024.\frac{1...7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4$$

$$+ 1152.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(10)} = -\frac{1...17}{2^9} v_0^{38}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^9 - 84.3.\frac{1..13}{2^7} v_0^{30}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^7 - 8694.\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5$$

$$- 19548.\frac{1.3.5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 945.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1.$$

Hieraus entwickelt man nach Mac Laurin, wenn $\frac{4 v_0^4 b_4}{g} y' = \zeta$ geſetzt wird:

$$\text{VII. } x = \frac{1}{4v_0^2 b_4}\Big[2\left((1+\zeta)^{1/2}-1\right) - m^2\left(\frac{1}{16}\zeta^4 - \frac{3}{40}\zeta^5 + \frac{5}{64}\zeta^6 - \frac{5}{64}\zeta^7 + \frac{315}{4096}\zeta^8 - \frac{77}{1024}\zeta^9 + \frac{3003}{40960}\zeta^{10}\right)$$

$$- m^4\left(\frac{1}{160}\zeta^6 - \frac{3}{140}\zeta^7 + \frac{39}{1024}\zeta^8 - \frac{7}{128}\zeta^9 + \frac{1449}{20480}\zeta^{10}\right) + m^6\left(\frac{1}{1792}\zeta^8 + \frac{1}{420}\zeta^9 - \frac{181}{17920}\zeta^{10}\right)$$

$$- m^8 \cdot \frac{1}{7680}\zeta^{10}\Big].$$

$$\text{VIII. } y = \frac{1}{4v_0^2 b_4}\Big[2m\left(\tfrac{1}{3}(1+\zeta)^{3/2} - (1+\zeta)^{1/2} + \tfrac{2}{3}\right) - m^3\left(\frac{1}{20}\zeta^5 - \frac{3}{48}\zeta^6 + \frac{15}{224}\zeta^7 - \frac{35}{512}\zeta^8 + \frac{35}{512}\zeta^9 - \frac{693}{10240}\zeta^{10}\right.$$

$$\left. + \frac{273}{4096}\zeta^{11}\right) - m^5\left(\frac{3}{560}\zeta^7 - \frac{3}{160}\zeta^8 + \frac{13}{384}\zeta^9 - \frac{63}{1280}\zeta^{10} + \frac{14490}{225280}\zeta^{11}\right) + m^7\left(\frac{1}{2016}\zeta^9 + \frac{3}{1400}\zeta^{10}\right.$$

$$\left. - \frac{181}{19712}\zeta^{11}\right) - m^9 \cdot \frac{1}{8448}\zeta^{11}\Big].$$

Anmerkung:

Hier iſt:

$$F(n, m^2) = - \cdot \frac{n-3}{2n} \cdot \binom{\frac{2(n-3)-1}{2}}{n-3}$$

$$F(n, m^3) = + \cdot \frac{n-4}{2n} \cdot \binom{\frac{2(n-4)-1}{2}}{n-4}$$

$$F(n, m^4) = - \cdot \frac{3(n-5)}{40n} \cdot \left[1 + \frac{5}{3}(n-6)\right] \cdot \binom{\frac{2(n-5)-1}{2}}{n-5}$$

$$F(n, m^5) = + \cdot \frac{3(n-6)}{40n} \cdot \left[1 + \frac{5}{3}(n-7)\right] \cdot \binom{\frac{2(n-6)-1}{2}}{n-6}$$

§ 7.

Ermittelung des Luftwiderſtandscoefficienten.

Aus Formel 7 des § 1 ergiebt ſich, wenn man das Integral zwiſchen den Grenzen y'_1 und y'_2 nimmt:

$$b_n = \frac{g}{n}\left(\frac{1}{v_2^n \cos \tau_2^n} - \frac{1}{v_1^n . \cos \tau_1^n}\right)\left[\int_{y'_1}^{y'_2} (1 + y'_2)^{\frac{n-1}{2}} dy'\right]^{-1}$$

Demnach hat man:

für $n = 2$

$$\text{I. } b_2 = g\left(\frac{1}{v_2^2 . \cos \tau_2^2} - \frac{1}{v_1^2 . \cos \tau_1^2}\right) . \frac{1}{\frac{\operatorname{tag} \tau_2}{\cos \tau_2} - \frac{\operatorname{tag} \tau_1}{\cos \tau_1} + \ln\left[\frac{\operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\tau_2}{2}\right)}{\operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\tau_1}{2}\right)}\right]},$$

für $n = 3$

$$\text{II. } b_3 = \frac{g}{3}\left(\frac{1}{v_2^3 \cos \tau_2^3} - \frac{1}{v_1^3 \cos \tau_1^3}\right) . \frac{1}{\operatorname{tag} \tau_2 - \operatorname{tag} \tau_1 + 1/3\,(\operatorname{tag} \tau_2^3 - \operatorname{tg} \tau_1^3)},$$

für $n = 4$

$$\text{III. } b_4 = 2g\left(\frac{1}{v_2^4 . \cos \tau_2^4} - \frac{1}{v_1^4 . \cos \tau_1^4}\right) . \frac{1}{\frac{\operatorname{tag} \tau_2}{\cos \tau_2}(5 + 2 \operatorname{tag} \tau_2^2) - \frac{\operatorname{tag} \tau_1}{\cos \tau_1}(5 + 2 \operatorname{tg}_1^2) + 3 \ln\left[\frac{\operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\tau_2}{2}\right)}{\operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\tau_1}{2}\right)}\right]}$$

Man kann alſo den Luftwiderſtandscoefficienten berechnen, wenn die Geſchoßgeſchwindigkeit an zwei Stellen der Bahn und die zugehörigen Tangentialwinkel bekannt ſind.

Soll b aus einem Schießverſuch ermittelt werden, wo der Tangentialwinkel der Null nahe geblieben iſt und war die Anfangs-

und Endgeſchwindigkeit gemeſſen, ſo kann man $r_2 = -r_1 = \alpha$ ſetzen und findet demgemäß

$$\text{Ia.}\quad b_2 = \frac{g\left(1-\frac{v'^2}{c^2}\right)}{2\,v'^2\left(\sin\alpha + \cos\alpha^2 \ln \operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)\right)}$$

$$\text{IIa.}\quad b_3 = \frac{g\left(1-\frac{v'^3}{c^3}\right)}{3\,v'^3 \sin 2\alpha\,(\cos\alpha + {}^1/_{12} \sin 2\alpha^2)}$$

$$\text{IIIa.}\quad b_4 = \frac{2g\left(1-\frac{v'^4}{c^4}\right)}{v'^4 \cdot \cos\alpha^2\left[\sin 2\alpha\,(5+2\operatorname{tg}\alpha^2) + 6\cos\alpha^2 \ln \operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)\right]}$$

Je größer jedoch abſolut genommen der Unterſchied zwiſchen Elevations- und Einfallwinkel wird, ein deſto ungenaueres Reſultat müſſen die letzten Formeln liefern. Um auch für dieſen Fall b genau beſtimmen zu können, iſt die Kenntniß des Einfallwinkels erforderlich, welcher ſich aus den Scheibenbildern mit einiger Annäherung ermitteln läßt.

Verfaſſer möchte an dieſer Stelle noch darauf hinweiſen, daß mit Hilfe der Formeln I—III unterſucht werden kann, welchem Luftwiderſtandsgeſetz ſich die Bahnen eines jeden Geſchoſſes am beſten anſchmiegen.

§ 8.

Der praktiſche Gebrauch der entwickelten Formeln.

Gegeben müſſen ſein: der Luftwiderſtandscoefficient, die Anfangsgeſchwindigkeit und der Abgangswinkel; iſt die Größe dieſer Flugbahnelemente bekannt, ſo laſſen ſich alle übrigen mit Hülfe der Formeln I—VIII ermitteln.

Formel I liefert zunächſt die Scheitelgeſchwindigkeit (v_0) und demnächſt die Formeln VII und VIII die Abſciſſe der Geſchützmündung (x_1) und die Steighöhe (h); iſt die Größe der Steighöhe gefunden, ſo kann mittelſt Formel IV die Abſciſſe des Endpunktes der Bahn (x_2) und hierauf mit Hülfe von Formel V der Einfallwinkel (r') ermittelt werden; Formel III liefert ſodann die

Google

Endgeſchwindigkeit (v') und Formel VI die Flugzeiten (t_1 und t_2) für beide Aeſte der Bahn.

Die einzige Schwierigkeit, welche ſich beim praktiſchen Rechnen herausſtellt, bietet die Ermittelung der Abſciſſe des Endpunktes der Bahn (x_2), welche ſich jedoch auf folgende Weiſe überwinden läßt.

Man beſtimmt zunächſt x_2 annähernd, indem man nur den geſchloſſenen Theil der Formel IV berückſichtigt; hierbei hat man im quadratiſchen Geſetz eine transcendente Gleichung, im kubiſchen eine ſolche vierten Grades, im biquadratiſchen eine Gleichung dritten Grades zu löſen.

Sodann ermittelt man den Werth der Funktion ($h + z_2$) für dieſen Annäherungswerth (X_2) der Unabhängigen, indem man den letztern in die vollſtändige Formel einſetzt; hierauf greift man wiederum nur auf den geſchloſſenen Theil der Formel zurück und beſtimmt x_2 nochmals annäherungsweiſe, indem man aber anſtatt h einſetzt ($h - z_2$).

Dies Verfahren muß ſo oft wiederholt werden, bis einem Werthe x_2 der Unabhängigen der Functionswerth h entſpricht. Dieſe Methode würde ſehr langwierig ſein, wenn Formel IV ſchwach convergirte; da aber gerade dieſe ſich durch raſche Convergenz auszeichnet, ſo genügt in den weitaus meiſten Fällen eine einmalige Correction des erſten Annäherungswerthes X_2.

Was nun die zur Ermittelung von x_2 aufzulöſenden Gleichungen anbelangt, ſo hat man

im quadratiſchen Widerſtandsgeſetz:

$$h = \frac{k}{2b_2}\left[e^{x} - x - 1\right],$$

wofür man, indem e^{x} in eine Reihe verwandelt wird, deren höhere Glieder wegbleiben, ſchreibt:

$$h = \frac{k}{2b_2}\left[\frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{24}x^4\right].$$

Setzt man hierin $\frac{k}{2b_2 \cdot h} = 3D$, ſo hat man die biquadratiſche Gleichung $u^4 - {}^3/_2\,Du^2 - {}^1/_2\,Du - {}^1/_8\,D = 0$ zu löſen, wo $u = \frac{1}{x}$ iſt. Die cubiſche Hilfsgleichung lautet:

$$(v - D)^3 + 3E(v - D) + 2F = o,$$

worin $E = \frac{1}{3}\left[\frac{1}{2}D - \frac{3}{4}D^2\right]$ und $F = \frac{1}{8}\left[D^2 + D^3\right]$ geſetzt iſt.

Wie man ſich leicht überzeugt, hat dieſe Hilfsgleichung ſtets nur **eine** reelle und poſitive Wurzel, nämlich

$$v_1 = D + \sqrt[3]{-F + \sqrt{F^2 + E^3}} + \sqrt[3]{-F - \sqrt{F^2 + E^3}}$$

und wird mithin

$$\left.\begin{array}{l} u_1 = \frac{1}{x_1} \\ u_2 = \frac{1}{x_2} \end{array}\right\} = \frac{1}{2}\left\{\sqrt{v_1} \mp \sqrt{-v_1 + D\left(3 + \sqrt{\frac{1}{v_1}}\right)}\right\}.$$

Hierin entſpricht x_2 (x_1) dem Werthe X_2 (X_1).

Im Uebrigen verfährt man, wie oben angegeben.

Im cubiſchen Widerſtandsgeſetz:

$$h = \frac{1}{3v_0 b_2}\left[\frac{1}{2}\lambda^2 + \frac{1}{9}\lambda^3 + \frac{1}{108}\lambda^4\right]$$

oder

$$h = \frac{3}{4}\cdot\frac{1}{3v_0 b_2}\left[(1 + \frac{1}{3}\lambda)^4 - 4(1 + \frac{1}{3}\lambda) + 3\right]$$

oder, wenn man $(1 + \frac{1}{3}\lambda) = u$ und $1 - 4 \cdot h \cdot \frac{3v_0 b_2}{g \cdot l} = A$ ſetzt,

$$u^4 - 4u + 3A = o.$$

Hier lautet die cubiſche Hilfsgleichung:

$$v^3 - 4 \cdot 3 \cdot A \cdot v - 16 = o,$$

welche ebenfalls nur eine reelle und poſitive Wurzel hat, nämlich:

$$v_1 = 2\left[\sqrt[3]{1 + \sqrt{1 - A^3}} + \sqrt[3]{1 - \sqrt{1 - A^3}}\right]$$

und wird demnach

$$\left.\begin{array}{l} u_1 = (1 + \frac{1}{3}\lambda_1) \\ u_2 = (1 + \frac{1}{3}\lambda_2) \end{array}\right\} = \frac{1}{2}\left\{\sqrt{v_1} \mp \sqrt{-v_1 + \sqrt{\frac{64}{v_1}}}\right\}.$$

Iſt λ ein nicht zu großer echter Bruch, ſo ſetzt man zweckmäßig:

$$h = \frac{1}{3v_0 b_3}\left(\frac{1}{2}\lambda^2 + {}^1/_9\,\lambda^3\right)$$

oder

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right)^3 - p\cdot\left(\frac{1}{\lambda}\right) - {}^2/_9\, p = 0.$$

Setzt man

$$r = 2\sqrt{{}^1/_3\, p} \text{ und } \sin 3\varphi = \frac{1}{\sqrt{3p}},\ \text{wo } p = \frac{1}{2h}\cdot\frac{1}{3v_0 b_3}$$

iſt, ſo wird

$$\left.\begin{matrix}\lambda_1\\ \lambda_2\end{matrix}\right\} = \mp\frac{1}{r\cdot\sin(60^\circ \mp \varphi)}$$

im biquadratiſchen Geſetz:

$$h = \frac{m}{4v_0^2 b_4}\left[\frac{1}{2}\mu^2 + \frac{1}{12}\mu^3\right]$$

oder

$$h = \frac{2}{3}\cdot\frac{m}{4v_0^2 b_4}\left[(1 + {}^1/_2\,\mu)^3 - 3\,(1 + {}^1/_2\,\mu) + 2\right].$$

Setzt man $\sin 3\varphi = 1 - 3h\cdot\frac{4v_0^2 b_4}{4m}$, ſo wird

$$(1 + {}^1/_2\,\mu_1) = 2\cdot\sin\varphi$$
$$(1 + {}^1/_2\,\mu_2) = 2\cdot\sin(60^\circ - \varphi).$$

Uebrigens läßt ſich die im quadratiſchen und cubiſchen Geſetze erforderliche Löſung einer Gleichung 4ten Grades vermeiden, da man dieſe auf eine ſolche dritten Grades reduciren kann, indem ein Wurzelwerth (x_1) ſchon bekannt iſt. Indeſſen erhält man alsdann aus nahe liegendem Grunde einen weniger ſcharf zu treffenden Annäherungswerth X_2.

§ 9.

Vorführung einiger praktiſchen Beiſpiele.

Zunächſt ſoll hier daſſelbe Beiſpiel vorgeführt werden, welches Herr Major v. Pfiſter in ſeiner im Archiv Band 88 veröffentlichten

Arbeit: „Beurtheilung unſerer balliſtiſchen Rechnenformeln“ behandelt hat. Um einen Vergleich der Rechnungsreſultate zu ermöglichen, wurden die Werthe des Luftwiderſtandscoefficienten aus der angezogenen Arbeit entnommen.

Der Verfaſſer ſtellt ſich die Aufgabe, die Flugbahnelemente der Bahn der 28 cm Hartgußgranate bei einer Anfangsgeſchwindigkeit $c = 473$ m und für die Abgangswinkel von 15° 31′ 43″ und 11° 20′ 30″ zu berechnen.

Es wird $g = 9{,}8126$ m geſetzt.

1. Beiſpiel.

Die Bahnen der 28 cm Hartgußgranate für die Elevationen $\alpha = 15° \, 31' \, 43''$ und $\alpha = 11° \, 20' \, 30''$.

A. Quadratiſches Geſetz.

$$(\lg b_2 = 0{,}01235 - 4)$$

$$\text{a. } \alpha = 15° \, 31' \, 43''.$$

Man findet mittelſt Formel I

$$v_0 = 305{,}49 \text{ m},$$

und ſodann mittelſt der Formeln VII und VIII

$$x_1 = -\big[3813{,}6 + (4{,}62 + 4{,}02 + 2{,}73 + 1{,}70 + 1{,}01 + 0{,}59 + 0{,}34 + 0{,}19 + 0{,}11 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}01 + \cdots = 15{,}4) + \cdots\big] = -3829 \text{ m}.$$

$$h = \big[598{,}4 + (1{,}03 + 0{,}93 + 0{,}65 + 0{,}41 + 0{,}25 + 0{,}15 + 0{,}08 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \cdots = 3{,}6) + \cdots\big] = 602 \text{ m}.$$

Hier genügt die Berückſichtigung der um einige Glieder erweiterten zweiten Klammer vollſtändig, da die übrigen Klammern das Reſultat erſt in der zweiten Decimalſtelle ändern.

Sodann findet man annähernd:

$$X_1 = -3807 \text{ m} \quad X_2 = 3037{,}4 \text{ m};$$

für letzteren Werth lautet Formel IV

$$y = \big[603{,}97 + (0{,}52 + 0{,}38 + 0{,}15 + 0{,}05 + 0{,}01 + \cdots = 1{,}11) + \cdots\big] = 605{,}08 \text{ m}$$

und iſt mithin $z_2 = 3{,}08$ m.

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = 3030{,}5 \text{ m},$$

für welchen Werth

$$y = \Big[601{,}02 + (0{,}51 + 0{,}37 + 0{,}14 + 0{,}05 + 0{,}01 + \cdots = 1{,}08) + \cdots\Big] = 602{,}1 \text{ m}$$ wird.

Man kann demnach den corrigirten Werth als richtig betrachten und ſetzen:

$$x_2 = 3030{,}5 \text{ m}$$
$$w = 6859{,}5 \text{ m}.$$

Demnächſt wird mittelſt V

$$\operatorname{tag} r' = \Big[0{,}44232 + (0{,}00084 + 0{,}00073 + 0{,}00035 + 0{,}00012 + 0{,}00003 + 0{,}00001 = 0{,}00208) + (0{,}00001 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00002) + \ldots\Big] = 0{,}44442,$$

woraus folgt:

$$r' = 23^\circ\ 57{,}7'.$$

Sodann erhält man mittelſt III

$$v' = 242{,}7 \text{ m}$$

und ſchließlich mittelſt VI

$$t_1 = -10{,}35'' \qquad t_2 = 11{,}7 \qquad T = 22{,}05''$$

b. $\alpha = 11^\circ\ 20'\ 30''$

Hier wird:

$$v_0 = 335{,}5 \text{ m}$$

$$x_1 = -\Big[3117{,}3 + (1{,}83 + 1{,}38 + 0{,}82 + 0{,}44 + 0{,}23 + 0{,}12 + 0{,}06 + \ldots = 4{,}9) + \ldots\Big] = -3122 \text{ m}$$

$$h = \Big[345{,}85 + (0{,}29 + 0{,}23 + 0{,}14 + 0{,}08 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 0{,}8) + \ldots\Big] = 346{,}7 \text{ m}$$

$$X_1 = -3113 \text{ m} \qquad X_2 = 2575{,}5 \text{ m}$$

Für letzteren Werth lautet IV:

$$y = \Big[347{,}43 + (0{,}13 + 0{,}08 + 0{,}03 + \ldots = 0{,}24) + \ldots\Big] = 347{,}67 \text{ m}$$

$$z_2 = 0{,}97 \text{ m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$x_2 = 2571{,}5 \text{ m}$$
$$w = 5693{,}5 \text{ m}$$

Sodann wird:

$$\text{tag}\, \tau' = [0{,}29547 + (0{,}00025 + 0{,}00018 + 0{,}00007 + 0{,}00002 + \ldots = 0{,}00052) + \ldots] = 0{,}29599$$
$$\tau' = 16^\circ\, 8'$$
$$v' = 269{,}1 \text{ m}$$
$$t_1 = -7{,}96'' \qquad t_2 = 8{,}79'' \qquad T = 16{,}75''$$

B. Kubiſches Geſetz.

$(\lg b_3 = 0{,}37183 - 7)$

a. $\alpha = 15^\circ\, 31'\, 43''$

Man erhält:

$$v_0 = 318{,}12 \text{ m}$$
$$x_1 = -[3885{,}5 + (7{,}91 + 6{,}78 + 4{,}85 + 3{,}27 + 2{,}15 + 1{,}39 + 0{,}9 + 0{,}37 + 0{,}23 + 0{,}15 + 0{,}09 + 0{,}4 + \ldots = 28{,}7) + (0{,}06 + 0{,}09 + 0{,}09 + 0{,}08 + 0{,}06 + 0{,}03 + \ldots = 0{,}5) + \ldots] = -3914{,}7 \text{ m}$$
$$h = [600{,}5 + (1{,}76 + 1{,}57 + 1{,}16 + 0{,}8 + 0{,}53 + 0{,}35 + 0{,}23 + 0{,}14 + 0{,}07 + 0{,}01 + \ldots = 6{,}62) + (0{,}02 + 0{,}04 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \ldots = 0{,}15) + \ldots] = 607{,}3 \text{ m}$$
$$X_1 = -3909{,}4 \text{ m} \qquad X_2 = 3267 \text{ m}$$

Für letzteren Werth wird

$$y = [607{,}3 + (0{,}85 + 0{,}35 + 0{,}06 + \ldots = 1{,}26) + \ldots] = 608{,}56 \text{ m}$$
$$z_2 = 1{,}26 \text{ m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = x_2 = 3265{,}5 \text{ m} \qquad (y = 607{,}27 \text{ m}) \qquad w = 7181 \text{ m}$$
$$\text{tag}\, \tau' = [0{,}40049 + (0{,}00130 + 0{,}00063 + 0{,}00013 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00207) + \ldots] = 0{,}40256$$
$$\tau' = 21^\circ\, 55{,}7'$$
$$v' = 272{,}93 \text{ m}$$
$$t_1 = -10{,}5'' \qquad t_2 = 11{,}53'' \qquad T = 22{,}03''$$

b. $\alpha = 11^\circ\ 20'\ 30''$

Man erhält:

$$v_0 = 343{,}58\,\text{m}$$

$$x_1 = -\Big[3145{,}5 + (3{,}16 + 2{,}35 + 1{,}60 + 0{,}98 + 0{,}59 + 0{,}35 + 0{,}20 + 0{,}12 + 0{,}07 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots\ldots = 9{,}5) + \ldots\ldots\ldots\Big] = -3155\,\text{m}$$

$$h = \Big[345{,}94 + (0{,}51 + 0{,}41 + 0{,}28 + 0{,}17 + 0{,}11 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots\ldots = 1{,}6) + \ldots\ldots\Big] = 347{,}54$$

$$X_1 = -3176{,}5\,\text{m} \qquad X_2 = 2701{,}6\,\text{m}$$

Hier wurde die an zweiter Stelle im § 8 gegebene Annäherungsformel benutzt. Für $x = X_2$ lautet dann IV

$$y = \Big[349{,}94 + (0{,}22 + 0{,}08 + 0{,}01 + \ldots = 0{,}31) + \ldots\Big] = 350{,}25\,\text{m}.$$

$$z_2 = 2{,}71\,\text{m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = x_2 = 2691{,}7\,\text{m} \qquad (y = 347{,}52\,\text{m})$$

$$w = 5847\,\text{m}$$

$$\text{tag}\,\tau' = \Big[0{,}27600 + (0{,}00041 + 0{,}00018 + 0{,}00003 + \ldots = 0{,}00062) + \ldots\Big] = 0{,}27662$$

$$\tau' = 15^\circ\ 27{,}7'$$

$$v' = 291{,}55\,\text{m}$$

$$t_1 = -8{,}01'' \qquad t_2 = 8{,}69'' \qquad T = 16{,}7''$$

C. Biquadratiſches Geſetz.

($\lg b_4 = 0{,}73206 - 10$)

a. $\alpha = 15^\circ\ 31'\ 43''$

Man erhält:

$$v_0 = 327{,}72$$

$$x_1 = -\Big[3941{,}8 + (10{,}35 + 8{,}75 + 6{,}43 + 4{,}53 + 3{,}15 + 2{,}17 + 1{,}49 + 1{,}02 + 0{,}70 + 0{,}48 + 0{,}33 + 0{,}23 + 0{,}16 + 0{,}11 + 0{,}07 + \ldots = 40{,}0) + (0{,}08 + 0{,}19 + 0{,}24 + 0{,}25 + 0{,}22 + 0{,}19 + 0{,}16 + 0{,}12 + 0{,}09 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 1{,}7) + \ldots\Big] = -3983{,}5\,\text{m}$$

$$h = \left[601{,}7 + (2{,}30 + 2{,}03 + 1{,}53 + 1{,}10 + 0{,}78 + 0{,}54 + 0{,}38 + 0{,}26 + 0{,}18 + 0{,}12 + 0{,}09 + 0{,}06 + 0{,}04 + \ldots = 9{,}3) + (0{,}02 + 0{,}05 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 0{,}3) + \ldots\right] = 611{,}3\ \mathrm{m}.$$

$$X_1 = -3976\ \mathrm{m} \qquad X_2 = 3437\ \mathrm{m}$$

Für den letzten Werth wird:

$$y = \left[611{,}3 + (1{,}06 + 0{,}21 + 0{,}01 + \ldots = 1{,}28) + \ldots\right] = 612{,}58\ \mathrm{m}$$

$$z_2 = 1{,}28\ \mathrm{m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = x_2 = 3433{,}2\ \mathrm{m} \qquad (y = 611{,}28\ \mathrm{m})$$

$$w = 7417\ \mathrm{m}$$

$$\mathrm{tag}\,r' = \left[0{,}37607 + (0{,}00154 + 0{,}00037 + 0{,}00002 + \ldots = 0{,}00193) + (0{,}00002 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00003) + \ldots\right] = 0{,}37803$$

$$r' = 20^\circ\ 42{,}5'$$

$$v' = 293{,}5\ \mathrm{m}$$

$$t_1 = -10{,}46'' \quad t_2 = 11{,}5'' \quad T = 21{,}96''$$

b. $\alpha = 11^\circ\ 20'\ 30''$

Man erhält:

$$v_0 = 350{,}02\ \mathrm{m}$$

$$x_1 = -\left[3167{,}6 + (4{,}17 + 3{,}31 + 2{,}29 + 1{,}51 + 0{,}99 + 0{,}64 + 0{,}41 + 0{,}27 + 0{,}17 + 0{,}11 + 0{,}07 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \ldots = 14{,}0) + \ldots\right] = -3181{,}6$$

$$h = \left[345{,}72 + (0{,}67 + 0{,}55 + 0{,}39 + 0{,}27 + 0{,}18 + 0{,}12 + 0{,}07 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \ldots = 2{,}34) + \ldots\right] = 348{,}06\ \mathrm{m}$$

$$X_1 = -3178{,}7\ \mathrm{m} \qquad X_2 = 2782\ \mathrm{m}$$

$$z_2 = 0{,}34$$

$$X_2 = x_2 = 2781\ \mathrm{m}$$

$$w = 5962{,}6$$

$$\mathrm{tag}\,r' = \left[0{,}26372 + (0{,}00051 + 0{,}00011 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00063) + \ldots\right] = 0{,}26435$$

$$r' = 14^\circ\ 48'{,}5$$

$$v' = 308{,}24\ \mathrm{m}$$

$$t_1 = -8{,}05'' \quad t_2 = 8{,}64'' \quad T = 16{,}69''$$

Nachfolgende Tabelle enthält die Rechnungsreſultate des Verfaſſers; diejenigen des Herrn Major v. Pfiſter ſind in runden Klammern beigefügt; die in den eckigen Klammern enthaltenen Angaben ſind die Ergebniſſe der Pfiſterſchen Rechnungen nach Haupt.

Elevation	Scheitelgeſchwindigkeit			Endgeſchwindigkeit			Fallwinkel			Schußweite			Flugzeit		
	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.
15° 31′ 43″	305,49	318,12 [318,9]	327,72	242,7	272,93 [272,7]	293,5	23° 57,7′	21° 55,7′ [21° 52,5′]	20° 42,5′	6859,5	(7179) 7181 [7189]	(7415) 7417	22,05	22,03 [22]	21,96
11° 20′ 30″	335,5	343,58 [343,95]	350,02	269,1	291,55 [291,5]	308,24	16° 8′	15° 27,7′ [15° 27,5′]	14° 48,5′	5698,5	(5847) 5847 [5843]	(5963) 5962,6	16,75	16,7 [16,7]	16,69

2. Beiſpiel.

Die Bahn der Granate des 21 cm Mörſers bei einem Abgangswinkel von 59° 26′ und 3,5 kg Ladung im cubiſchen Geſetz.

$c = 214$ m $\qquad g = 9{,}8116$ m $\qquad \lg b_2 = 0{,}69000 - 7$

Daſſelbe Beiſpiel behandelt Haupt in ſeiner „Mathematiſchen Theorie ꝛc.", und wurden, um einen Vergleich der Rechnungsergebniſſe zu ermöglichen, die oben angezogenen Werthe dieſer Arbeit entnommen. Die Reſultate der Haupt'ſchen Rechnung ſind den meinigen in Klammern beigefügt.

Man erhält:

$$v_0 = 92{,}3 \text{ m } (95 \text{ m})$$

$$x_1 = -\Big[1580 + (46{,}68 + 12{,}41 + 2{,}75 + 0{,}57 + 0{,}12 + 0{,}02 + \ldots = 62{,}55) + (4{,}24 + 1{,}97 + 0{,}64 + 0{,}18 + 0{,}05 + 0{,}01 + \ldots = 7{,}09) + (0{,}50 + 0{,}38 + 0{,}17 + 0{,}06 + 0{,}02 + \ldots = 1{,}13) + \ldots\Big] = -1651 \text{ m}$$

$$h = \Big[1371{,}2 + (63{,}24 + 17{,}51 + 3{,}99 + 0{,}85 + 0{,}18 + 0{,}03 + \ldots = 85{,}80) + (6{,}28 + 2{,}97 + 0{,}98 + 0{,}28 + 0{,}07 + 0{,}02 + \ldots = 10{,}60) + (0{,}77 + 0{,}59 + 0{,}28 + 0{,}09 + 0{,}03 + \ldots = 1{,}76) + \ldots\Big] = 1469{,}4 \text{ m}$$

$$X_1 = -1638{,}5 \text{ m} \qquad X_2 = 1561{,}2 \text{ m}$$

Für letzteren Werth wird

$$y = \Big[1470{,}47 + (21{,}34 + 2{,}51 + 0{,}12 + \ldots = 23{,}97) + (0{,}58 + 0{,}11 + 0{,}01 + \ldots = 0{,}7) + \ldots\Big] = 1491{,}1$$

$$z_2 = 25{,}8 \text{ m.}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$X_2 = x_2 = 1547{,}7$ m $\qquad (y = 1468{,}3$ m$) \qquad w = 3199$ m $(3420$ m$)$

$$\operatorname{tag} r' = \Big[1{,}91 + (0{,}06603 + 0{,}00924 + 0{,}00054 + 0{,}00002 + \ldots = 0{,}07583) + (0{,}00280 + 0{,}00056 + 0{,}00004 + \ldots = 0{,}00340) + (0{,}00011 + \ldots) + \ldots\Big] = 1{,}98934$$

$$r' = 63° 18{,}7' \ (64° 7{,}5')$$
$$v' = 192 \text{ m} \ (191{,}9 \text{ m})$$
$$t_1 = -17{,}1'' \qquad t_2 = 17{,}46'' \qquad T = 34{,}56'' \ (36'')$$

Wie man ſieht, zeigen ſich hier recht erhebliche Differenzen in den Rechnungsergebniſſen, und hat es den Anſchein, als ob die Hauptſchen Formeln für Mörſerbahnen, wenigſtens bei ſo hohen Elevationen, nicht ganz mehr zutreffen.

(Fortſetzung folgt.)

$\ldots^{p-2}\cdot\nu''\cdot\nu^{(4)}$	$1.15.\binom{p}{3}.3!\,\nu^{p-3}\cdot\nu''^{3}$
$\ldots^{p-3}\cdot\nu'\cdot\nu''\cdot\nu^{(4)}$	$7.15.\binom{p}{4}.4!\,\nu^{p-4}\cdot\nu'\cdot\nu''^{3}$
$\ldots^{p-4}\cdot\nu'^{2}\cdot\nu''\cdot\nu^{(4)}$	$28.15.\binom{p}{5}.5!\,\nu^{p-5}\cdot\nu'^{2}\cdot\nu''^{2}$
$\ldots 280.\binom{p}{3}.3!\,\nu^{p-3}\cdot\nu''\cdot\nu'''^{2}$	$1.105.\binom{p}{4}.4!\,\nu^{p-4}$ [illegible]
$\ldots\nu^{p-5}\cdot\nu'^{3}\cdot\nu''\cdot\nu^{(4)}$	$84.15.\binom{p}{6}.6!\,\nu^{p-6}\cdot\nu'^{3}\cdot\nu''^{3}$
$\ldots 280.\binom{p}{4}.4!\,\nu^{p-4}\cdot\nu'\cdot\nu''\cdot\nu'''^{2}$	$9.105.\binom{p}{5}.5!\,\nu^{p-5}\cdot\nu'\cdot\nu''^{4}$

HYDROGRAPHISCHES AMT BIBLIOTHEK S.M. KRIEGSMARINE

Digitized by Google

Kleine Mittheilungen.

8.

Ein neuer Stromgeſchwindigkeitsmeſſer (vom Schweizer Genie-Oberſtlieutenant Ad. Meinecke).

Ob ein Fluß überbrückt, ob er durchfurthet oder überſchwommen werden kann, hängt nächſt der Waſſertiefe von der Fließgeſchwindigkeit und Stoßkraft des Stromes ab. Der zur Rekognoszirung vorausgeſandte Offizier wird oft wenig Zeit zur Unterſuchung übrig und wahrſcheinlich keins von den feinen, difficilen und koſtſpieligen Friedens-Inſtrumenten der Hydrologen zur Hand haben.

Die primitivſte und bekannteſte Beobachtungsmethode, die der Beobachtung der Zeit, in welcher ein Oberflächen-Schwimmer eine am Ufer abgemeſſene Flußſtrecke zurücklegt — wird, wo es angeht, immer am liebſten angewendet werden. Aber aus Raum- und Zeitmangel wird es nicht immer angehn.

Oft zu brauchen wird das gewöhnliche Schiffs-Log ſein, das man erforderlichenfalls aus einem Brettſtückchen und einer Schnur, in welche man in beliebigen Abſtänden nach dem Maßſtabe Knoten knüpft, extemporiren kann. Man geht, reitet oder fährt im Nachen — je nach der Waſſertiefe — in den Stromſtrich, wirft das Brettchen ins Waſſer, hält es zunächſt am erſten Knoten der klar gemachten Schnur feſt und beobachtet von dem Augenblicke an, wo man den erſten Knoten durch die Hand gleiten und ſomit das Logbrett abſchwimmen läßt, die Sekundenuhr, bis der letzte Knoten in die Hand gleitet.

Wenn es ſich um ein beſonderes, für den Zweck der Geſchwindigkeitsmeſſung ausdrücklich konſtruirtes, mitzuführendes Inſtrument handelt,

dürfte das von Darcy angegebene und nach ihm „tube Darcy“ benannte zu empfehlen ſein, eine Verbeſſerung der von Reichenbach verbeſſerten „Pitot'ſchen Röhre“. Das Prinzip der letzteren iſt folgendes: Eine an beiden Enden offene Röhre wird rechtwinklig umgebogen, der eine, längere, Schenkel vertikal gehalten, der kürzere, horizontale, ſo in das Waſſer geſenkt, daß die Achſe desſelben in die Stromrichtung fällt. Diejenigen Waſſerfäden, die auf die Oeffnung des kurzen Schenkels ſtoßen, treten in denſelben ein, und da ſie keinen anderen Ausweg finden, ſo ſteigen ſie in der vertikalen Röhre auf, und zwar ſo lange bis das Gewicht der über das allgemeine Niveau des Waſſers emporreichenden Waſſerſäule der Stoßkraft des Stromes das Gleichgewicht hält. Bedeutet ψ den dem einzelnen Inſtrumente eigenthümlichen Reibungs-Coefficienten, der bei jedem Exemplare experimentell zu ermitteln iſt, ſo iſt die Geſchwindigkeit $v = \psi \sqrt{2gh}$ oder im Metermaße (für unſere geographiſche Breite) $v = 4{,}4292\, \psi \sqrt{h}$, wenn h die Erhebung der Oberfläche der Waſſerſäule in der Röhre über die Oberfläche des Fluſſes in Metern iſt.

Da dieſe Waſſerſäule nur ſo lange konſtant iſt, als das Inſtrument unverrückt im Waſſer erhalten wird, natürlich aber ſofort abläuft, wenn man die Röhre aus dem Waſſer herauszieht, ſo iſt die Beobachtung und genaue Feſtſtellung von h unbequem und unſicher. Reichenbach verband deshalb die gebogene Röhre mit einer zweiten vertikalen geradlinigen. In letzterer ſteigt das Waſſer naturgemäß nur bis zu dem Niveau der umgebenden Waſſerfläche, denn auf ſie wirkt nur das Geſetz der kommunicirenden Röhren und kein Waſſerſtoß. Beide Röhren ſind nun ferner am oberen Ende mit Verſchlüſſen verſehen. Dieſe ſind offen, bis die Beobachtung vollendet iſt, dann werden ſie geſchloſſen, und nun kann der Apparat aus dem Waſſer herausgezogen werden, ohne daß das Waſſer aus den Röhren herausläuft. Das Ableſen des Werthes h erfolgt nun bequemer und ſicherer.

Darcy's Verbeſſerung beſteht in dem Erſatze des Reichenbachſchen Verſchluſſes der oberen Rohrenden durch eine kleine Saugpumpe, welche — ohne die Differenz der Waſſerſtände in der gebogenen und der geraden Säule zu alteriren — beide höher ſaugt, ſo daß der Beobachter, ohne den Apparat aus dem Waſſer zu heben, die

Differenzſkala für den Werth h reſp. v ſich bequem in Augenhöhe bringen kann.

Die „Darcy'ſche Röhre" iſt beſonders da bequem und zeitſparend, wo man den Wechſel der Geſchwindigkeiten nach dem Wechſel der Tiefe genau beobachten will.

Da die Geſchwindigkeit im Allgemeinen nach der Tiefe ſchnell abnimmt, meiſtens aber auch an der Oberfläche nicht das Maximum erreicht, ſondern etwas darunter (weil unmittelbar an der Oberfläche der Widerſtand der Luft etwas verzögernd wirkt), ſo wird es für militäriſche Zwecke meiſtens genügen, die größte Geſchwindigkeit mit nur einer Beobachtung zu ermitteln. Der Hauptvortheil der Darcy'ſchen Röhre wird daher bei militäriſchen Stromgeſchwindigkeits-Meſſungen kaum zur Geltung kommen, und es erſcheint nicht überflüſſig, ein Inſtrument zu erfinden, welches dem Zwecke genügt, dabei einfacher, billiger und widerſtandsfähiger gegen unzarte Behandlung iſt.

Das Prinzip der Meinecke'ſchen Konſtruktion iſt, wie ihr Urheber ſelbſt bemerkt, das der Schnellwage (römiſche Wage). Wir fügen hinzu: kombinirt mit dem „Stromquadranten".

Das Prinzip des Stromquadranten iſt folgendes:

Eine an einem Faden aufgehängte Kugel wirkt nur in einem gleichmäßigen Mittel, in ruhiger Luft oder in ſtillſtehendem Waſſer als Loth. Erfährt die Kugel einſeitig Druck oder Stoß in einer zur Lothrechten einen Winkel bildenden Richtung, ſo ſtellt ſich der Faden nothwendig in die Richtung der Diagonale des Parallelogramms der Kräfte. Von den beiden dann wirkſamen Kräften iſt die eine, die Gravitation, konſtant; wenn zweitens auch das Mittel in welchem ſich der Apparat befindet (Luft oder Waſſer) daſſelbe iſt, ſo ergiebt der Winkel, den der Faden mit der Lothrechten bildet, den Einfluß der zweiten auf die Kugel wirkenden Kraft. Dieſe zweite Kraft iſt direkt die Stoßkraft des Waſſers, wenn man die Kugel am Faden in das ſtrömende Waſſer hängt.

Je nach der Länge des Fadens, der Größe der Kugel und dem ſpezifiſchen Gewicht des Materials, aus dem ſie beſteht (man pflegt ſie etwa viermal ſo ſchwer zu machen als das verdrängte Waſſer) ergiebt ſich für jedes individuelle Inſtrument ein konſtanter Faktor C; die Beziehung zwiſchen dem Ablenkungswinkel β und der geſuchten Geſchwindigkeit iſt dann:

$$v = C \sqrt{\operatorname{tng} \beta}$$

Die am Faden hängende Kugel iſt mit einem Quadranten verbunden, deſſen Nullpunkt mit der Lothrechten zuſammenfällt. Die Eintheilung iſt leicht ſo zu machen, daß die Geſchwindigkeit nicht erſt aus den abgeleſenen Graden berechnet zu werden braucht, ſondern direkt abgeleſen werden kann.

Da das Inſtrument nur unter Waſſer richtig zeigt, ſo iſt das Ableſen unbequem. Es muß gleichwohl ſehr genau erfolgen, denn die kleinſten Winkelwerthe haben merklichen Einfluß. Wie ſchwer wird z. B. zu unterſcheiden ſein, ob der Faden noch lothrecht hängt oder ſchon um zwei Grade gehoben iſt! Und doch würde in letzterem Falle eine Geſchwindigkeit von 0,1869 C, mithin bei einem Inſtrumente, bei welchem C = 2,3 wäre, eine Geſchwindigkeit von 43 cm in der Sekunde vorhanden ſein

Der Stromquadrant zählt mit Recht unter die veralteten Hydrometer.

Gleichwohl haben wir, von ihm ausgehend, nicht weit zu dem neuen Meinecke'ſchen Inſtrumente.

Man denke ſich die Kugel des Stromquadranten ſtatt an einem Faden, am Ende des einen Schenkels eines Winkelhebels befeſtigt, der im Winkelpunkte aufgehängt iſt und ſich um dieſen drehen kann. Hängt dieſer Apparat in einem gleichartigen Mittel (unbewegte Luft, ſtillſtehendes Waſſer), ſo wird der Schenkel, an dem ſich die Kugel befindet, nicht genau lothrecht hängen, da der Schwerpunkt des zweiten, horizontalen Schenkels außerhalb der durch den Schwerpunkt der Kugel gehenden Lothrechten liegt, denn es handelt ſich um einen zweiarmigen Hebel, und damit Gleichgewicht entſteht, müſſen die beiderſeitigen ſtatiſchen Momente gleich ſein. Dasjenige der einen Seite iſt gleich dem Gewichte des horizontalen Winkelhebelarmes mal ſeinem Abſtande vom Drehungspunkte; das Gewicht der anderen Seite iſt die Kugel. Sie kann nicht lothrecht hängen, denn dann wäre ihr Hebelarm gleich Null, alſo auch ihr Moment gleich Null. Die Hebelwirkung oder das Moment des horizontalen Armes wird vermehrt: erſtens, wenn ſein Ende beſchwert wird, weil dann ſein Schwerpunkt ſich vom Drehungspunkte entfernt, zweitens, indem man den Arm verlängert. Dies geſchieht am einfachſten, wenn der Winkelhebel kein materiell zuſammenhängender iſt, ſondern der horizontale Arm in einer Hülſe ſteckt, die ſich am oberen Ende des vertikalen Armes befindet und zugleich den Drehungspunkt abgiebt.

Iſt nun der horizontale Winkelhebelarm ſo wie beſchrieben eingerichtet, d. h. am freien Ende mit einem Gewicht verſehen und mit dem anderen Ende durch die Hülſe geſteckt, die ſich am hängenden Winkelhebelarm befindet, ſo herrſcht eine genau beſtimmte Relation zwiſchen dem Maße, um welches der liegende Arm aus der Hülſe hervorragt, und dem Winkel, um den der hängende Arm aus der Lothrechten weicht. Um den gleichen Winkel weicht der liegende Arm von der Horizontalen ab.

Irgend eine in entgegengeſetzter Richtung auf die Kugel wirkende Kraft, z. B. der Druck der Hand, wird erforderlich ſein, um den einen Schenkel des Winkelhebels lothrecht, den anderen horizontal zu ſtellen. Umgekehrt, wenn dieſer Seitendruck das Gegebene iſt, wird ein gewiſſes Maß der Länge des liegenden Hebelarmes erforderlich ſein, um das Gleichgewicht zu erhalten. Wenn der liegende Hebelarm mit einer Libelle verſehen iſt, ſo zeigt dieſe an, ob die Horizontalſtellung des liegenden Armes und ſomit der normale Gleichgewichtszuſtand erreicht iſt.

Den Seitendruck auf die Kugel übt nun die Fließkraft aus, ſobald man den Apparat in ſtrömendes Waſſer einſenkt. Der hängende Arm iſt bei dem Meinecke'ſchen Inſtrumente etwa 0,5 m lang und ſoll zur Hälfte eingetaucht werden; die Kugel gelangt demnach 0,25 m unter die Waſſeroberfläche und ſomit ungefähr in das Bereich derjenigen Waſſerfäden, die — im Sinne derſelben Vertikale — die größte Geſchwindigkeit haben.

Mittelſt eines an die Hülſe für den Querſtab anſchließenden Handgriffs hält man den Apparat vom feſtgelegten Nachen, einem Bocke oder Stangengerüſte aus in das Waſſer und ſchiebt mit der anderen Hand die bewegliche Stange (den liegenden Winkelhebelarm) ſo lange ein oder aus, bis die Libelle einſpielt. Die auf dieſen verſchieblichen Arm aufgetragene Skala läßt dann direkt die Geſchwindigkeit ableſen.

Das Meinecke'ſche Inſtrument iſt ſo abgepaßt, daß, wenn die Schiebeſtange nahezu ganz eingeſchoben iſt, d. h. das cylindriſche Endgewicht die Hülſe beinahe berührt, die Schiebeſtange in ſich balancirt, d. h. dieſſeits und jenſeits des Drehungspunktes gleiche ſtatiſche Momente erzeugt. Infolge deſſen hängt in dieſem Zuſtande die Kugel im Loth, der Nullpunkt an der Schiebeſtange berührt die Hülſe, die Libelle ſpielt ein. Um dieſes Einſpielen beim Eintauchen des Apparates in fließendes Waſſer zu erhalten, iſt für

jede Geſchwindigkeit v ein gewiſſes Maß des Ausziehens b erforderlich, und zwar beträgt nach des Erfinders Angabe

b =	0,100	0,109	0,134	0,177	0,236	0,313	0,406	0,517	m
für v =	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	m

Für Werthe von b zwiſchen den aufgeführten iſt v durch arithmetiſche Interpolation zu beſtimmen. So würde z. B. aus b = 0,117 zu folgern ſein:

$$v = 0,5 + \frac{0,117 - 0,109}{0,134 - 0,109} \times (1 - 0,5) = 0,5 + \frac{8}{25} \times \frac{1}{2} = 0,5 + 0,16 = 0,66 \text{m}$$

Die mitgetheilten Zahlen können nur einen ungefähren Anhalt für einen gewiſſen Typus eines derartigen Apparates von beſtimmten Abmeſſungen und Gewichtsverhältniſſen abgeben; jedes einzelne Exemplar möchte füglich (wie es mit anderen derartigen Inſtrumenten, namentlich auch den verſchiedenen Konſtruktionen des Woltmannſchen Flügels geſchieht) empiriſch zu graduiren ſein, indem man zunächſt den Skalen-Nullpunkt da einzeichnet, wo faktiſch die Kugel im Loth hängt und die Libelle der verſchiebbaren Stange einſpielt. Sodann wäre der Apparat, an einem Gerüſt zwiſchen zwei einander nicht zu nahe ſtehenden Fahrzeugen befeſtigt, mit gleichförmiger Geſchwindigkeit durch ſtilles Waſſer zu ziehen. Dieſe gleichförmige Geſchwindigkeit wird am ſicherſten dadurch erreicht, daß man ein Tau ohne Ende über zwei Nuthenſcheiben zieht, deren eine durch eine Kurbel von Arbeitern in Drehung verſetzt wird. Das Tau ohne Ende liegt längs des Weges, den die Maſchine, auf der das zu prüfende Inſtrument ſich befindet, zurücklegen ſoll. Je nachdem das Fahrzeug die Bewegung des Taues mitmachen ſoll oder nicht, iſt es an- oder abzukuppeln. In den Umfang derjenigen Tauſcheibe, an welcher die Kurbel wirkt, ſind Löcher gebohrt, in welche Dollen geſteckt werden, die, an eine beſtimmte Stelle des Umkreiſes gelangt, auf einen federnden Hammer treffen, den ſie zum Anſchlagen bringen. Nahebei iſt ein verſtellbarer und laut taktirender Pendel (ein Mälzl'ſches Metronom) aufgeſtellt. Die Kurbelnden gewinnen ſehr leicht die Uebung, die Umdrehungsgeſchwindigkeit der Tauſcheibe und dadurch die Schnelligkeit der durch das Tau vermittelten Bewegung des Hydrometers — ſo abzupaſſen, daß die von ihnen hervorgerufenen Hammerſchläge mit den Taktſchlägen des Metronoms zuſammenfallen. Wird nun letzteres auf eine gewiſſe

Geſchwindigkeit geſtellt, ſo iſt man ſicher, dieſelbe Geſchwindigkeit dem zu prüfenden Hydrometer zu ertheilen.

Beſchreibung und Zeichnung des Meinecke'ſchen Strommeſſers befinden ſich in der Schweizeriſchen Zeitſchrift für Artillerie und Genie; März-Heft 1883.

9.

Ein Projekt zur Erhöhung der Manövrirfähigkeit der Feldartillerie.

In der italieniſchen Artillerie iſt in jüngſter Zeit der Hauptmann R. v. Clavarino mit einem neuen Projekt zur Erhöhung der Fahrgeſchwindigkeit und der Manövrirfähigkeit der Feldgeſchütze, zum völligen Beſeitigen des Rücklaufes und zur beſſeren Deckung der Bedienungsmannſchaften an die Oeffentlichkeit getreten. Dieſes Projekt iſt ſo eigenartiger Natur, daß es in weiteren Kreiſen bekannt zu werden verdient.

Um die Manövrirfähigkeit der italieniſchen Geſchütze und Fuhrwerke der Feldartillerie zu ſteigern, ohne eine Vermehrung der vorhandenen Zugpferde oder eine Steigerung ihrer Zuglaſt hervorzurufen, ſchlägt der italieniſche Hauptmann Folgendes vor:

Geſchütze wie Fuhrwerke der Batterien verlieren die Protzen und ſind ſomit ſämmtlich zweirädrig, wobei bei ihrer Konſtruktion darauf geſehen werden ſoll, daß ſie ſowohl zum Vor- als auch zum Rückwärts-Einſpannen eingerichtet ſind. Vorder- und Mittelpferde kommen in Fortfall, dagegen beſteht die Beſpannung pro Geſchütz oder Fuhrwerk aus drei Pferden, von denen das mittlere in der Gabel geht. Die Beſpannung iſt derart, daß eines oder die beiden ſeitlichen Pferde dem Gabelpferde vorgeſpannt werden können, was bei Hohlwegen oder ſonſtigen engen Terrainhinderniſſen zu geſchehen hätte; die zu dieſem Umſpannen erforderliche Zeit ſcheint dem Projektmacher gegenüber den daraus zu erzielenden Vortheilen nicht in Betracht zu kommen. Die Fahrer ſind grundſätzlich auf das links vom Gabelpferde gehende Sattelpferd verwieſen, während das

rechte Pferd einem Bedienungskanonier als Transportmittel zugewieſen iſt. Bei allen Feldbatterien, ſowohl den leichten Sieben-Centimetern wie den ſchweren Neun-Centimetern, wird die Bedienungsmannſchaft beritten gemacht, was durch die überſchießenden Pferde der nur mit drei Pferden beſpannten Geſchütze und Fuhrwerke ermöglicht werden ſoll.

Behufs der Einſchränkung des Rücklaufes auf ein möglichſt geringes Maß und um die Inanſpruchnahme der Laffete beim Schießen herabzumindern, ſchlägt der erfindungsreiche Hauptmann folgende Laffetenkonſtruktion vor: Die Laffete ſoll aus Ober- und Unterlaffete beſtehen. Die Oberlaffete wird derartig konſtruirt, daß ſie durch zwei kurze Wände und eine Gabelrichtmaſchine gebildet wird. Dieſe ganze Oberlaffete ruht auf einer Unterlaffete zwiſchen Vorder- und Hinterpuffer ſo zwar, daß ſie zwiſchen den letzteren auf der Unterlaffete beim Schießen zurückgleiten kann. Die Unterlaffete ſelbſt beſteht aus den beiden Wänden, die die Oberlaffete tragen, der Achſe, den beiden Rädern, der Gabeldeichſel und den vier Räderſperrhaken, welch letzteren als automatiſche Schuß- und Fahrbremſe zu dienen haben. Die Puffer der Unterlaffete ſind nach dem Syſtem Belleville konſtruirt, ſind alſo mehrere auf eine Spindel gereihte, elaſtiſche Metallſcheiben. An der Laffete ſind ebenſo Pferdeſchoner angebracht, welche ganz ähnlich den Puffern nach Belleville'ſchem Syſtem ſind. Beim Schießen iſt dieſe Gabeldeichſel bei den Laffeten abzunehmen, was dadurch geſchieht, daß ſie aus den Deichſelſchuhen genommen wird.

Gleichzeitig mit dieſer Umgeſtaltung des ganzen Feldartillerie-Materials beabſichtigt der italieniſche Hauptmann eine an der Laffete ſelbſt angebrachte Deckung für die Bedienungsmannſchaften während des Gefechtes. Dies bewirkt er dadurch, daß auf die Achſe eiſerne Munitionskaſten geſetzt werden, deren Deckel, nach vorn aufgeſchlagen, feſtzuſtellen ſind. Von der Achſe hängt weiter in Scharnieren ein Stahlſchild herab, der beim Fahren aufgeklappt wird, und durch die Deckel und dieſen Stahlſchild wird nun eine Deckung für die an der Laffete arbeitenden Kanoniere erzielt, deren Deckungshöhe 1,5 m beträgt. Bei den Munitions- und ſonſtigen Wagen der Feldbatterie, welche ein ganz analoges Rädergeſtell haben, ſind oberhalb der Achſe Kaſten für die Aufnahme der Kartuſchen, unterhalb derſelben ſolche für die Geſchoſſe angebracht. Alle dieſe Kaſten werden von Belleville'ſchen Puffern getragen.

Durch dieſe Einrichtung in der Konſtruktion der Laffeten und Wagen erreicht der Erfinder gleich den Vortheil mit, daß die ganze Munitions-Ausrüſtung vermehrt iſt: beim 7 cm-Geſchütz 174 Schuß, bei dem von 9 cm 142 Schuß.

Ein Urtheil über dieſes Projekt geben zu wollen, muß anderen Kreiſen vorbehalten bleiben; für uns genüge es, daſſelbe zur allgemeinen Kenntniß gebracht zu haben.

10.

Siemens' Regenerativ-Lampen.

Zwei Siemens ſind es, die Brüder Werner und Friedrich, die gegenwärtig auf Berliner Straßen das hellſte Licht leuchten laſſen; dem berühmten Elektriker gegenüber vertritt hierbei der jüngere Bruder das ältere Gas. Schon bevor Jener mit dem Bogenlicht in der v. Hefner-Alteneckſchen Differential-Lampe ſein Probejahr auf der Leipzigerſtraße antrat, hatte Letzterer einige Regenerativbrenner auf dem Platze zwiſchen Univerſität und Opernhaus in Funktion geſetzt, die dort ſchon Vielen aufgefallen ſein werden, die nur die Wirkung wahrnahmen, ohne die Urſache zu kennen. Heut wird man ſagen dürfen, daß — was Lichtſtärke betrifft — die Regenerativbrenner mit dem elektriſchen Glühlicht ſehr wohl konkurriren können. Dieſem ſteht ihre Gasflamme auch in der Farbe ganz nahe; dieſelbe ergiebt ſich zufolge des nicht wirklichen Weißglühens als eine merklich gelbe, der gegenüber das viel hellere Gelb des Bogenlichtes den ſubjektiven Eindruck von bläulich, violett oder grünlich macht.

Die Ausnutzung der Brenn- und Leuchtſtoffe läßt bekanntlich trotz aller Fortſchritte der Technik noch viel zu wünſchen. Verſchwenderiſch und obendrein läſtig durch Rußniederſchlag waren alle bisher gebräuchlichen Gasbrenner. Das Gas, kalt und unter ſtarkem Druck in kalte Luft ausſtrömend, kann auch in der Flamme den zu vollkommener Verbrennung erforderlichen Hitzegrad nicht erreichen; es iſt der Region des Glühens bald wieder entrückt und

entführt einen erheblichen Prozentſatz ſeines Kohlenſtoffs ungenutzt in die umgebende Atmoſphäre. Die Abhülfe dieſes Uebelſtandes kann nur zu einem kleinen Theile durch die beſtmögliche Regulirung des Drucks erzielt werden; denn wenn man vermeiden will, das Gas zu ſchnell durch die Glühregion zu treiben, giebt man ihm leicht zu wenig Impuls, und es fehlt an Zufuhr. Ein ſehr glücklicher Gedanke war es, die vollkommnere Verbrennung durch vorhergehende Erwärmung ſowohl des Leuchtgaſes als der zugeführten atmoſphäriſchen Luft zu erreichen.

Dieſe Vorwärmung iſt in folgender Art erreicht.

Das vertikale Rohr, welches das Gas zuführt, geht in einen mit dem Rande nach oben gerichteten doppelwandigen glockenförmigen Körper über. Der Hohlraum dieſer Glocke bildet die „innere Regeneratorkammer", in welche nachmals die Verbrennungsprodukte gelangen, die von da durch ein beliebig geſtaltetes Abzugsrohr entweichen. Das Gas hat vorläufig noch keinen Zugang zu dieſem Innenraum, ſteigt vielmehr zwiſchen den concentriſchen Wänden der Glocke empor und geht an deren oberem Rande in ein die Form eines Cylindermantels darſtellendes Bündel feiner Röhrchen über. Concentriſch zu dieſem Röhrenbündel ſteigt die innere Glockenwand cylindriſch auf und trägt in ihrem oberen Theile einen ebenfalls cylindriſchen Porzellankörper. Dieſe Cylinderwand aus Porzellan müſſen die aus den einzelnen Röhrchen des Bündels aufſteigenden Gasſtrömchen, ſich ebenfalls zu einem Cylindermantel vereinigend, umſchließen, müſſen an dem oberen Rande des Porzellancylinders nach innen umbiegen und ſo in den oben erwähnten Innenraum, die innere Regulatorkammer, treten. Es leuchtet ein, daß nach wenig Augenblicken Brennens die glockenförmige Innenwand der Regulatorkammer heiß und dadurch zum Wärmofen für das neu zuſtrömende, den Hohlraum zwiſchen den beiden Glockenwänden paſſirende Gas wird.

Der oben beſchriebene hohle Kern des Apparates iſt nun weiterhin von zwei concentriſchen Metallhülſen umſchloſſen, durch welche die „äußeren Regeneratorkammern" als cylindermantelförmige Hohlräume gebildet werden. Die Erwärmung des Apparates, die von der abziehenden heißen Luft ausgeht, erſtreckt ſich durch Vermittelung der erwärmten Wände der inneren bis auf die äußeren Regeneratorkammern. Dieſe Erwärmung ſaugt atmoſphäriſche Luft unten an, erwärmt ſie und läßt ſie oben den

dort austretenden Flammenwulſt umſpielen und mit Sauerſtoff ſein Glühen nähren.

Die Apparate kommen in zwei Typen zur Ausführung, die ſich durch die Führung des Abzugsrohrs unterſcheiden. Bei dem einen Typus iſt daſſelbe ein engerer Cylinder in der vertikalen Achſe des ganzen Apparates, der innerhalb des Porzellan- und Metallcylinders der inneren Regeneratorkammer ungefähr bis zu deren halber Höhe, d. h. bis dahin, wo die Glockenform beginnt, eintaucht. Bei dem zweiten Typus ſetzt das Abzugsrohr an der letztbezeichneten Stelle, d. h. in halber Höhe der inneren Regulatorkammer, an und führt, erſt ſeitlich, dann aufwärts gebogen, aus der Laterne hinaus ins Freie. Bei dem erſten Typus dürfte die durch Erwärmung erzeugte Anſaugung oder Aſpiration vollkommen gleichmäßig und harmoniſch verlaufen; der zweite Typus hat den Vortheil, daß der leuchtende Flammenwulſt die Krone des ganzen Apparates bildet und einen reicheren Lichteffekt hervorbringt. Der erſte Typus wird für die *größeren* Brenner in Anwendung gebracht. Es werden als größte Nummer ſolche von 2000 Normalkerzen Leuchtkraft hergeſtellt, während ein gewöhnlicher Schnittbrenner der Straßenlaternen nur 19 Normalkerzen gleichwerthig iſt. Es wird behauptet, daß ein 2000-Kerzen-Brenner pro Stunde 7000 l Gas verzehrt; um gleiche Lichtſtärke mit gewöhnlichen Brennern zu erzielen, ſeien 17 500 l pro Stunde, alſo das 2½ fache erforderlich. Die kleinſte Nummer — Leuchtkraft von 40—50 Normalkerzen — konſumirt 250—300 l pro Stunde, während gleicher Effekt mit gewöhnlichen Brennern erſt durch den Aufwand von 420 l erreicht würde. Die Lichtſtärke der zu Berliner Straßenlaternen verwendeten Siemens-Brenner ſoll 120—130 Normalkerzen betragen.

Auch in der ruhigen Haltung der Flamme des Siemens-Brenners liegt eine angenehme Aehnlichkeit mit dem ſtillen Glanze des elektriſchen Glühlichts, während die unſchön geformte, an ein zerriſſenes Blatt erinnernde, in ihrem zackigen Saum ſtets zuckende, vom Winde bewegte Schnittbrenner-Flamme dem Auge nicht wohlthut.

Ob und wie lange das Leuchtgas ſich neben dem elektriſchen Lichte behaupten wird, muß dahingeſtellt bleiben; es hat jedenfalls in dem Regenerativ-Brenner einen tüchtigen Kämpen geſtellt. S.

Digitized by Google

11.

Telegraphiren mittelſt erleuchteten Ballons.

Bekanntlich hat in Frankreich die Aeronautik von jeher Gunſt und Pflege gefunden. Durch die großen Dienſte, die der Ballon dem eingeſchloſſenen Paris geleiſtet hat, iſt jene Vorliebe neu belebt und geſteigert worden. Neuerdings haben Verſuche ſtattgefunden, dem Ballon captif einen neuen Dienſtzweig, den der Telegraphie, zuzuweiſen. Ein Ballon von feſtem aber dünnem, gut durchſcheinendem Papier, 2 m im Durchmeſſer, enthält im Innern eine Glühlichtlampe. Die Stromleitung erfolgt durch zwei in das Halteſeil eingeflochtene Kupferdrähte. Die Füllung des Ballons beſteht, damit derſelbe bei ſeiner geringen Größe genügende Steigkraft gewinnt, aus reinem Waſſerſtoff. Der elektriſche Strom wird durch jede beliebige Dynamo-Maſchine oder auch jeden andern Stromerzeuger beſchafft. Sobald Stromſchluß erfolgt, erglüht der Kohlenfaden in der Lampe und macht den ganzen Ballon zur leuchtenden Kugel. Da Stromſchluß und Stromunterbrechung in jedem beliebigen Rhythmus Aufleuchten und Verlöſchen zur Folge haben, ſo kann man Depeſchen nach dem ins Leuchtende überſetzten Morſe-Alphabet telegraphiren.

Die Zeitſchrift „Engineering“, der dieſe Notiz entſtammt, ſagt nichts darüber, wie weit die elektriſche Papierlaterne geleuchtet hat. Von vornherein kann man große Leuchtkraft nicht erwarten, wenn eine Swanſche Glühlichtlampe ihr Licht auf eine Oberfläche von faſt 13 qm vertheilt. Dieſes Bedenken iſt aber nur untergeordnet und läßt ſich leicht erledigen, indem man nöthigenfalls die Zahl der Glühlichter vermehrt und den Ballon vergrößert, bis die gewünſchte Tragweite erzielt iſt. Ein großer Vortheil der Anordnung liegt in der die Weitſichtbarkeit begünſtigenden Erhebung des Lichtes. Der Gedanke erſcheint jedenfalls lebensfähig. Exploſionsgefahr iſt bei der Genauigkeit und Zuverläſſigkeit, mit welcher jetzt bereits die Glühlichtlampen hergeſtellt werden, kaum vorhanden; ſchließlich würde, da der Ballon allein aufſteigt, ſchlimmſtenfalls Ballon und Lampe verloren gehen und das Telegraphiren unterbrochen werden.

Literatur.

Bei Ernſt Siegfried Mittler und Sohn, Berlin, Kochſtraße 69. 70, erſchienen ſoeben zwei Bücher, auf welche ihre Leſer von der Feldartillerie aufmerkſam zu machen die Redaktion nicht unterlaſſen will:

8.

1. **Zuſammenſtellung der über Verwaltung, Aufbewahrung und Inſtandhaltung des Materials einer Feldbatterie C/73 gegebenen Beſtimmungen von Richter,** Hauptmann und Batteriechef im Thüringiſchen Feldartillerie-Regiment Nr. 19. Preis Mark 3,—.

Auf 172 Seiten und 1 Tafel mit Abbildungen giebt die Zuſammenſtellung ein nach jeder Richtung ihres Titels völlig erſchöpfendes Material. Der Herr Verfaſſer hat in dankenswertheſter Art die Aufgabe gelöſt, den mit der Verwaltung des Materials betrauten Offizier des Nachſchlagens nach den vielen bezüglichen Beſtimmungen in mehrfachen Vorſchriften und Aktenſtücken, welche außerdem bei Vornahme der Reviſionen, Reparaturen, bei Verſendungen und bei der Mobilmachung nicht immer ſogleich zur Hand ſind, zu entheben. Die bezüglichen Auszüge aus den gültigen Vorſchriften und die Erlaſſe der Behörden bis auf die neueſte Zeit ſind deshalb, ſoweit ſie in den Rahmen der Arbeit gehören, im Wortlaut wiedergegeben. Das Erſcheinen dieſer zweiten Auflage, welche als ſolche auf dem Titel nicht angegeben iſt, nach kurzer Zeit iſt ein Beweis für die Anerkennung, welche die Brauchbarkeit des Werkes in den betheiligten Kreiſen gewonnen hat, und kann daſſelbe nur beſtens empfohlen werden.

2. Der Batterie-Dienſt. Ein Handbuch über den inneren Dienſt, die Verwaltung und Ausbildung der Friedens-Batterie für den Batteriechef und ſolche Offiziere, welche ihn zu vertreten haben. Unter Berückſichtigung der neueſten Beſtimmungen zuſammengeſtellt von Arnold, Oberſt z. D. Preis Mark 3,60.

Während die Infanterie ſchon längſt eine Anzahl derartiger Hilfsbücher beſitzt, unter denen der „Kompagnie-Dienſt" von Müller aus demſelben Verlage, der bereits in der 3. Auflage erſchienen, obenan ſteht, entbehrte unſere Waffe trotz des dringenden Bedürfniſſes vieler älteren Premierlieutenants und jüngeren Batteriechefs und auch beſonders ſolcher älteren, welche längere Zeit dem praktiſchen Dienſt entzogen waren, noch immer eines Rathgebers bei der Erfüllung der vielen Pflichten, welche die Führung einer Batterie auferlegt. Es iſt daher dankbar anzuerkennen, daß der Herr Verfaſſer aus dem reichen Schatze ſeiner langjährigen Erfahrungen bewährte Maßregeln und praktiſche Rathſchläge mit dem, was Vorſchrift iſt, in Verbindung gebracht und in dem „Batterie-Dienſt" niedergelegt hat. Aus den Reglements ꝛc. wurde nur das hauptſächlich Beachtenswerthe hervorgehoben und auf das Wichtigſte hingewieſen, um den Batteriechef bei den Aufgaben für ſeine Thätigkeit in der Ausbildung der Batterie durch die verſchiedenen Perioden des ganzen Uebungsjahres zu begleiten, deſſen Eintheilung ſich der jetzt üblichen in allen weſentlichen Punkten anſchließt. Durch dieſe Beſchränkung in den Angaben wird dem Batteriechef gerade das geboten, was er täglich gebraucht, und durch die Zuſätze vieles Nützliche, was ſonſt nirgends zu finden iſt.

9.

Das Infanterie-Gewehr. Eine techniſch-balliſtiſche Studie von Ewald Thiel, Major a. D. Mit 11 Figuren im Holzſchnitt und 3 Tafeln. Bonn 1883. Max Cohen u. Sohn. Preis M. 2,80.

Das Streben nach Erkenntniß der balliſtiſchen und techniſchen Grundlagen für die Konſtruktion der Handfeuerwaffen iſt in den letzten fünfzehn Jahren ein ſehr reges geworden und hat ſich in der letzten Zeit auch in die weiteſten Kreiſe verbreitet.

Viele bei den vorhandenen Handfeuerwaffen auftretenden Anomalien laſſen ſich in keiner Weiſe in den Rahmen der bewährten, bei Geſchützen allgemein gültig anerkannten Konſtruktionsprinzipien einfügen, und an einer Erklärung dieſer abweichenden Erſcheinungen fehlte es bisher offenbar gänzlich. Auf Grund von Anregungen und Aufſchlüſſen, welche dem Verfaſſer durch die einſchlägige Literatur und Vorſchriften, durch den Verkehr mit Kameraden, welche an der Sache ein gleiches Intereſſe hatten, ſowie durch den mehrwöchentlichen Beſuch der Militär-Schießſchule in Spandau wurden, hat derſelbe Verſuche angeſtellt, welche ihm Aufſchluß über die Sachlage zu geben im Stande waren, den er ſonſt nicht finden konnte. Das Reſultat dieſer Verſuche und der darauf baſirenden Studien hat der Verfaſſer in einer faſt erſchöpfenden Behandlung des Stoffes in den Rahmen eines einheitlichen Gedankenganges untergebracht und dadurch für das Gebäude einer umfaſſenden Balliſtik der Handfeuerwaffen viel brauchbares Material geſammelt, ſo daß ſein Werk viel Licht in dieſe für die Allgemeinheit ziemlich dunkelen Regionen zu verbreiten im Stande iſt.

10.

Strategiſch-taktiſche Aufgaben nebſt Löſungen. Aus der allgemeinen illuſtrirten Militär-Zeitung des Jahrgangs 1882. Mit 2 Plänen. Hannover 1883. Helwing'ſche Verlagsbuchhandlung. 50 Seiten gr. 8°. Preis M. 1,50.

Die vorliegende Sammlung der im vergangenen Jahre in der oben genannten Militär-Zeitung erſchienenen ſtrategiſch-taktiſchen Aufgaben nebſt Löſungen bietet auch für Nichtabonnenten dieſer Zeitſchrift Gelegenheit zum Selbſtſtudium und zur Uebung im Löſen derartiger Aufgaben und wird ſomit namentlich in kleineren Garniſonen ſehr willkommen ſein.

Der Umſtand, daß dieſe Aufgaben ſämmtlich ins Gebiet der höheren Truppenführung (etwa einer Diviſion) fallen, wird unſerer Anſicht nach ihrer weiteren Verbreitung inſofern etwas hinderlich ſein, als hierdurch eine große Anzahl von Kameraden, deren Vorſtudien ſie noch nicht ſo weit geführt haben, ſich an die Löſung

derartiger Aufgaben wagen zu können, von ihrer Benutzung ausgeſchloſſen wird, und wir glauben, daß gerade in dieſen Kreiſen das größte Bedürfniß nach einem derartigen Werke vorhanden iſt.

Es iſt daher ſehr anerkennenswerth, daß in der Vorrede zu dem vorliegenden Heft die Ausdehnung der Aufgaben auf das Gebiet der niederen Truppenführung in Ausſicht geſtellt wird, und wir glauben, daß dieſe überall eine ſehr günſtige Aufnahme finden und Vielen von großem Nutzen ſein werden.

11.

Der Hufſchmied. Zeitſchrift für das geſammte Hufbeſchlagsweſen. Redigirt von A. Lungwitz, Lehrer des theoretiſchen und prakt. Hufbeſchlages an der Kgl. Thierarzneiſchule in Dresden. Verlag von G. Schönfeld in Dresden.

Die Zeitſchrift iſt neu begründet. Es ſoll monatlich eine Nummer erſcheinen (Nr. 1 iſt einen Bogen ſtark); das Jahresabonnement beträgt 3 Mark.

Den Redacteur nennt die „Zeitſchrift für Thiermedicin“ „einen der hervorragendſten und zugleich praktiſchſten Männer des Hufbeſchlages“. Derſelbe hat in der kürzlich erſchienenen 5. Auflage des rühmlich bekannten Werkes „der Fuß des Pferdes“, von Leiſering und Hartmann, den zweiten, den Hufbeſchlag behandelnden Theil bearbeitet.

Die Redaction des neuen Unternehmens iſt demnach in guten Händen und verdient Vertrauen. Die Mitwirkung hervorragender Fachgenoſſen wird verſprochen. Der ſchleſiſche Standesherr Graf Einſiedel, bekannt als eifriger Förderer des rationellen Hufbeſchlages, giebt dem neuen Fachblatte ſeine Empfehlung auf den Weg.

Die Probenummer enthält Artikel:

über einen Ektaſimeter, d. h. einen (durch Zeichnungen ſehr deutlich gemachten) Apparat zu genauer Meſſung der Verbreiterung der hinteren Enden des Trachtentragrandes des die Körperlaſt aufnehmenden Fußes;

über Schutzmittel gegen das Einballen des Schnees;

über das Ewerlöffſche Inſtrument zum Maßnehmen für Hufeiſen u. ſ. w.

Wenn die neue Zeitſchrift ihrem Programm gerecht wird, **verſpricht** ſie jedem Pferdebeſitzer für einen ſehr geringen Preis **mancherlei** Anregung und Belehrung; es empfiehlt ſich alſo wohl, es mit **ihr zu** verſuchen. Bei genügender Unterſtützung durch Leſer und **Beiträge** Liefernde kann ſie ſich recht nützlich machen.

12.

A. G. Greenhill. M. A. Professor of Mathematics to the Advanced Class of Artillery Officers. — On the motion of a projectile in a resisting medium. — Woolwich 1882. (32 Seiten.)

Die mathematiſche Darſtellung der Bewegung eines Geſchoſſes in der Luft unter Vorausſetzung conſtanter Schwerkraft und eines nur von der Geſchwindigkeit abhängenden tangentialen Widerſtandes, das ſogenannte balliſtiſche Problem, iſt, wenn der Widerſtand irgend einer Potenz der Geſchwindigkeit proportional iſt, inſoweit durchführbar, als ſich alle Größen, um deren Berechnung es ſich handelt, in Form von Integralen darſtellen laſſen. Die Schwierigkeit und Unbequemlichkeit liegt darin, daß dieſe Integrale außer bei linearem Widerſtande nicht in geſchloſſener Form durch die ſogenannten Elementarfunktionen ausgedrückt werden können. Man iſt deshalb genöthigt, ſie in Reihen zu entwickeln, deren Convergenz in gewiſſen Fällen ſo gering iſt, daß man ſehr viele Glieder berückſichtigen muß, oder ſogenannte mechaniſche Quadraturen anzuwenden, was auch umſtändliche Rechnungen nöthig macht. Verhältnißmäßig einfach iſt die Sache noch, wenn der Widerſtand einer ungeraden Potenz der Geſchwindigkeit proportional iſt, und hiervon iſt wieder, abgeſehen von dem bereits beſprochenen Falle des linearen der des kubiſchen Widerſtandes der einfachſte. Für kubiſchen Widerſtand wird man nämlich auf ſogenannte elliptiſche Integrale und in der weiteren Umformung auf „Jacobiſche" Funktionen geführt. Dies iſt aber deswegen von nicht zu unterſchätzender Bedeutung, als die

von Legendre begründete Theorie der elliptiſchen Integrale und die großartigen Schöpfungen Jacobis und Abels, die Theorie der elliptiſchen und Thetafunktionen, zu Reihen von außerordentlich ſtarker Convergenz führt, welche praktiſch wie geſchloſſene Ausdrücke betrachtet werden können, weil man zwei, höchſtens drei Glieder derſelben braucht, um die Werthe mit überaus großer Genauigkeit zu erhalten. Da andererſeits das kubiſche Widerſtandsgeſetz in vielen Fällen ſehr gut mit der Erfahrung übereinſtimmt, ſo muß eine vollſtändige Durchführung der Unterſuchung für dieſes Widerſtandsgeſetz von beſonderem Intereſſe ſein.

Nichts deſto weniger haben ſich bisher weder die Balliſtiker noch die Mathematiker, ſoweit dem Referenten bekannt iſt, entſchloſſen, die Theorie der elliptiſchen Funktionen für dieſes ſpezielle Problem zu verwerthen, wohl einerſeits, weil man die Wichtigkeit des kubiſchen Widerſtandsgeſetzes erſt neuerdings genügend erkannt hat, andererſeits, weil man die Komplizirtheit der Rechnung ſcheute, während in der That für die relativ geringeren Anfangsgeſchwindigkeiten und Wurfweiten die gewöhnlichen Potenzreihen-Entwickelungen genügten, welche bei Weitem elementarerer Natur ſind.

Da indeſſen bei größeren Anfangsgeſchwindigkeiten das Bedürfniß nach gut convergirenden Entwickelungen immer dringender wird, ſelbſt wenn ſie etwas mehr Rechnungsaufwand erfordern, ſo blieb es immerhin wünſchenswerth, zu unterſuchen, was die Theorie der elliptiſchen Funktionen für das kubiſche Widerſtandsgeſetz leiſten könne.

In dem vorliegenden Aufſatz, welchem, nach der Ueberſchrift Chapter I. zu ſchließen, weitere Veröffentlichungen folgen ſollen, hat nun Herr Greenhill dieſe Unterſuchung vollſtändig durchgeführt. Er gelangt durch eine Reihe geſchickter und zum Theil ſchwieriger Reduktionen zur Darſtellung des Richtungswinkels der Tangente, der Ordinate und der Zeit für jede gegebene Abſciſſe durch Jacobi'ſche Funktionen (Thetafunktionen), alſo in Ausdrücken, welche praktiſch als geſchloſſene zu betrachten ſind. Theoretiſch iſt dieſes Reſultat inſofern von großem Werth, als es ein neues, vollkommen durchgeführtes Beiſpiel der Theorie der elliptiſchen Funktionen liefert. Für praktiſch balliſtiſche Zwecke aber ſind die Reſultate zunächſt noch wenig brauchbar. Denn nur die Formel für $p = \operatorname{tg} \psi$, wo ψ den Richtungswinkel der Tangente bedeutet, als Funktion der Abſciſſe x, oder umgekehrt, iſt verhältnißmäßig einfach, aber

dieſe iſt praktiſch leicht zu entbehren, weil ſich dafür eine einfache Tabelle entwerfen läßt. Dagegen ſind die Formeln für die Ordinate y und die Zeit t ſo außerordentlich umſtändlich, daß ſie kaum praktiſch verwerthet werden können, wie dies übrigens der Herr Verfaſſer ſelbſt zugiebt. Und gerade auf dieſe Formeln kommt es an, weil dieſe Werthe ſich nur ſchwer in Tabellen bringen laſſen, infolge des Umſtandes, daß man es hier weſentlich mit Funktionen der zwei unabhängigen Variablen x und a zu thun hat, welche ſich nicht, wie der Ausdruck für p, auf zwei Funktionen je einer Variablen zurückführen laſſen. Von praktiſcher Bedeutung würde die Arbeit erſt werden, wenn es gelingen ſollte, die Reſultate auf eine bedeutend einfachere Form zu bringen.

Für balliſtiſche Rechnungen weiſt der Herr Verfaſſer auf die Arbeit des Herrn Baſhford mit dem Titel motion of projectiles hin, welche u. A. Tabellen über die durch Quadraturen ermittelten Werthe der fraglichen Integrale enthält.

Auch der vorliegenden Arbeit ſelbſt ſind drei Tabellen beigefügt, welche von Herrn Capt. P. A. Mac Mahon R. A. berechnet ſind. Die erſte iſt zu benutzen bei der experimentellen Beſtimmung der Widerſtandsconſtante mittelſt des Baſhford'ſchen Chronographen, während die beiden anderen als Hülfsmittel bei der Durchführung gewiſſer mit der vorliegenden Arbeit direkt zuſammenhängender Rechnungen dienen.

Ein Eingehen in das Detail der Rechnung, zu deren Verſtändniß eine vollſtändige Bekanntſchaft mit der Theorie der elliptiſchen Funktionen erforderlich iſt, würde ohne Wiedergabe der ganzen Arbeit unmöglich ſein; ſelbſt eine Angabe der Schlußreſultate müſſen wir uns verſagen, weil ſie einen zu großen Raum beanſpruchen würde. Nur den Grundgedanken der Entwickelung können wir kurz andeuten.

Bedeuten x, y die rechtwinkligen Coordinaten des Geſchoſſes, und iſt die negative Ordinatenaxe die Richtung der Schwere, iſt die Verzögerung durch den Luftwiderſtand bei der Geſchwindigkeit v gleich $b\,v^3$, wo die Luftwiderſtandsconſtante b in der Form $\frac{g}{w^2}$ geſchrieben werden kann, ſo daß die Conſtante $w = \sqrt{\frac{g}{b}}$ iſt; iſt ferner $p = \operatorname{tg}\psi$ der Tangens des Richtungswinkels der Tangente der Bahn; wird endlich der Coordinatenanfang nach demjenigen

Punkte zurückgelegt, für welchen die Geſchwindigkeit unendlich groß iſt, und iſt für dieſen Punkt $p = a$, ſo gelten bekanntlich die Formeln:

$$t = \frac{w}{g} \int_p^a \frac{dp}{(3a + a^3 - 3p - p^3)^{\frac{1}{2}}}$$

$$x = \frac{w^2}{g} \int_p^a \frac{dp}{(3a + a^3 - 3p - p^3)^{\frac{3}{2}}}$$

$$y = \frac{w^2}{g} \int_p^a \frac{p\,dp}{(3a + a^3 - 3p - p^3)^{\frac{3}{2}}}.$$

Die Conſtante w, welche außer a hierin auftritt, hat folgende Bedeutung. Sie iſt die **finale Geſchwindigkeit**; d. h. diejenige Geſchwindigkeit, mit welcher ſich das Geſchoß gleichförmig ſenkrecht abwärts bewegen kann, weil in dieſem Falle die Schwerkraft und der Luftwiderſtand ſich gegenſeitig aufheben. Dieſer Bewegung aber ſtrebt das Geſchoß bei jedem beliebigen Anfangszuſtande zu, indem es ſich ſchließlich der vertikalen Aſymptote unendlich **nähert**, während ſeine Bewegung immer mehr gleichförmig wird und die Geſchwindigkeit v dem Grenzwerth w zuſtrebt.

Durch die Subſtitution $3a + a^3 - 3p - p^3 = (a - p)^3 z^2$ gehen die drei oben aufgeführten Integrale in elliptiſche über, welche durch die weitere Subſtitution $(z - b) = b\sqrt{3}\,\frac{1 + \cos\varphi}{1 - \cos\varphi}$, wo $b^3 = \frac{4 + a^2}{4 + 4a^3}$ iſt, in die Legendre'ſche Normalform gebracht werden. Der Modul wird alsdann $k = \sin 15°$. Der Werth von x ſtellt ſich als elliptiſches Integral erſter Gattung dar, die beiden anderen als ſolche dritter Gattung. Sieht man dann die der Abſciſſe x proportionale Größe

$$\frac{(4 + a^2)^{\frac{1}{6}}\,(4 + 4a^2)^{\frac{1}{3}}}{3^{\frac{1}{4}}}\;\frac{g x}{w^2}$$

als unabhängige Variable an, ſo laſſen ſich y und t durch Jacobi'ſche Funktionen darſtellen.

Dr. F. Auguſt, Profeſſor.

13.

A. Qoillet-St. Ange. Le camp retranché de Paris. Paris 1882. Paul Ollendorf.

Die aus der kriegsluſtigen Stimmung von 1840 hervorgegangene Befeſtigung von Paris hatte der Stadt eine geſchloſſene Umwallung von 94 baſtionirten Fronten und einen Fortgürtel von 55 km Umfang gegeben.

1870 erwies ſich dieſe großartige fortifikatoriſche Anlage doch nicht groß genug; es gelang den deutſchen Truppen, den Platz einzuſchließen, Entſatz zu verhindern und die Blokade aufrecht zu erhalten, bis der Hunger zur Kapitulation zwang.

Die ſeitdem ausgeführten neuen Befeſtigungen bedecken eine Bodenfläche, die in weſtöſtlicher Richtung rund 45 km, in südnördlicher 34 km mißt; die dieſen Achſen entſprechende Ellipſe hat eine Peripherie von 124 km, alſo ungefähr das 2¹/₃fache des früheren Fort-Gürtels.

Der Verfaſſer der oben genannten ſtrategiſch-fortifikatoriſchen Studie hat die Anſicht, daß die Vergrößerung der Befeſtigung von Paris den Platz gegen eine Wiederholung der 1870/71 gelungenen Angriffsweiſe nicht ſicherſtellt; der Angreifer brauche nur 100 000 Mann mehr auf die Einſchließung zu verwenden.

Der Verfaſſer ſetzt voraus, daß der Angreifer von damals auch derjenige der Zukunft iſt: übermächtig zu Lande, aber nicht ebenbürtig, namentlich nicht der Offenſive fähig zu Waſſer. Es muß alſo Paris mit der Küſte in Verbindung gebracht und dieſe Verbindung ſichergeſtellt werden; dann iſt die Verbindung mit den vom Feinde nicht beſetzten Landestheilen zur See möglich, Paris kann nicht mehr völlig eingeſchloſſen und der Zufuhr beraubt werden.

Der geeignetſte Küſtenanſchluß iſt Havre. Die Verbindung ſtellen Forts her im mittleren Abſtande von 12 km. Das linke Seine-Ufer begleiten deren 13; das letzte etwas oberhalb Quillebeuf da wo die Seine ſich meerbuſenartig erweitert. Auf dem rechten Seine-Ufer knüpft die Kette an den Rayon des Fort Cormeil, des weiteſt vorgeſchobenen der neuen Befeſtigung von Paris. Sich dicht am Fluſſe haltend, folgen ſich hier zunächſt 12 Forts bis Rouen. Durch Umwallung dieſer Stadt wird hier ein gegen gewaltſamen Angriff geſicherter größerer Zwiſchen- und Stützpunkt

geſchaffen. Neun weitere Forts führen den Anſchluß an die Küſte (St. Jouin, nördlich von Havre) herbei; Havre ſelbſt iſt wie Rouen zu behandeln.

Das ſo gebildete verſchanzte Lager, deſſen Kopf Paris und deſſen Schwanzende Havre darſtellt, hat rund 180 km Länge; die Breite ſchwankt zwiſchen 13 und 35 km. Die größte Breite entſteht unterhalb Rouen, da von hier ab die Kette der Forts, um die Eiſenbahn ſicher zu ſtellen, einen nach Norden konvexen Bogen bildet.

Die Forts ſollen je 80—100 Geſchütze erhalten. An Vertheidigern werden veranſchlagt: für die Forts und Zwiſchenwerke 80 000, für Rouen und Havre 60 000; außerdem ein mobiles Korps von 78 000 Mann und 150 Geſchützen. Im Ganzen 218 000 Mann und 3000—4000 Geſchütze.

In zwei „Annexen“ erläutert der Verfaſſer zwei fortifikatoriſch-artilleriſtiſch intereſſante Einzelheiten: einen ortsveränderlichen Panzer-Geſchützſtand (batterie de rempart cuirassée mobile) und ein Kreis-Fort mit polygonalem Graben (Ouvrage circulaire à fossé polygonal).

Die Panzerthürme befriedigen den Verfaſſer nicht, er glaubt nicht, daß ihr ſubtiler Drehmechanismus einem auf ſie concentrirten feindlichen Feuer lange zu widerſtehen vermögen werde. Wie die Drehthürme, dieſes jüngſte fortifikatoriſche Bauwerk, von der wenig älteren Eiſenbahntechnik die Drehſcheibe entlehnt haben, ſo will der Verfaſſer die Schiebebühne nachahmen. Sein ortsbeweglicher Geſchützſtand ruht mit 9 Blockrad-Paaren auf einem genügend ſoliden Schienengeleiſe längs der Bruſtwehr, in welcher Ausſchnitte mit hohen Anſchüttungen wechſeln. Auf den 9 Radachſen ruhen 2 eiſerne Lang-, auf dieſen 19 eiſerne Querſchwellen; auf dieſen die Geſchützbettung aus kiefernen Bohlen, 13 m lang, 5 m breit. Die Radachſen ſtehen demnach nur 1,4 m auseinander.

Als Schutzwehr dient der in bekannter Weiſe hergeſtellte Panzer, der hier die Form eines gedrückten Viertel-Cylindermantels annimmt. Letzterer beſteht, von der Bettung an gerechnet, aus 80 Grad mit dem Halbmeſſer von 2,5 m; der Reſt mit dem Halbmeſſer von 8,45 m. Die Rückſeite des Standes iſt offen.

Jeder dieſer Stände wird mit 3 Geſchützen beſetzt, etwa dem 10 cm Gußſtahl-Marinegeſchütz, Modell 1875, oder auch mit 120-, 135-, 155 mm-Geſchützen; das erſte Geſchütz, 2,25 m von

der einen Schmalſeite der Plattform entfernt, die Geſchütze 3,5 m untereinander abſtehend; der Reſt des Platzes 13 — (2 × (2,25 + 3,5) = 1,5 wird von dem „Motor“ eingenommen. Das Geſammtgewicht des armirten Geſchützſtandes veranſchlagt der Verfaſſer auf 115 000 kg und iſt der Anſicht, daß die durch dieſes Gewicht erzeugte Reibung und Adhäſion mit einer Maſchine von 10 Pferdeſtärken ſicher zu bewältigen ſein wird.

Bei dem angenommenen Gewichte drückt jedes Rad mit $\frac{115000}{18}$ = rund 6400 kg auf die Schienen. Im Eiſenbahnbau nimmt man 7000 kg als Maximaldruck an; der Verfaſſer wird hiernach für ſeine verſchiebbaren Geſchützſtände ein ſehr ſolides Geleis brauchen.

Die im zweiten Anhange erörterte Schanzen-Grundrißform iſt in der Hauptſache kein neuer Vorſchlag. Zuletzt ſind Kreis-Redouten von den Türken (nach Entwürfen von Bluhm-Paſcha) im Balkan und bei der proviſoriſchen Befeſtigung von Adrianopel zur Anwendung gebracht worden. Ueber die ſpecielle Ausbildung des Gedankens durch den Verfaſſer der in Beſprechung ſtehenden Studie werden folgende Angaben orientiren.

Die Größe des einzelnen Forts wird von der Bedeutung des Werkes, namentlich der dadurch bedingten Geſchützzahl abhängig zu machen ſein.

Der Verfaſſer baut, wie wir geſehen haben, 13 m lange Geſchützſtände zu je 3 Geſchützen. Ein ſolcher Stand ſoll, je nachdem er aktiv iſt oder ſich dem übermächtigen Feuer des Angreifers entzieht, in einer Lücke oder hinter einer Anſchüttung ſtehen; er braucht alſo mindeſtens 2 × 13 = 26 laufende Meter Feuerlinie. Die Peripherie eines Kreiſes von 250 m Halbmeſſer (einen ſolchen wählt der Verfaſſer als Beiſpiel) mißt 500 × π = rund 1570 m, gewährt alſo $\frac{1570}{26}$ = rund 60 fahrbaren Geſchützſtänden Aufſtellungsraum. Nach der Zeichnung des Verfaſſers zu ſchließen, ſcheint der Abſtand von Mitte zu Mitte der Lücken nicht 26, ſondern 28 m betragen zu ſollen; die kreisförmige Batterie-Bruſtwehr von 250 m Halbmeſſer würde dann deren 50 erhalten. Dieſer Ringwall — hinter dem die Ringbahn für die fahrbaren Geſchützſtände umläuft — hat 6 m Kronenbreite, liegt in der Crête 7,5 m über dem natürlichen Terrain und iſt 5 m

Digitized by Google

hoch, das Geleis liegt demnach 2,5 m über Terrain. Ein zweiter Ringwall liegt concentriſch zum erſten, 21 m einwärts, ſeine Feuerlinie 12 m über Terrain. Der innere Wallgang iſt 13 m breit, ſeine Hinterkante 3 m tiefer als die Crête. Eine doppelte Terraſſirung der inneren Bruſtwehrböſchung bietet zunächſt ein Infanterie-Bankett, und wenn und wo dieſes abgeſtochen wird, eine unbedeckte Geſchützbank.

Der Fuß der äußeren Bruſtwehrböſchung des vorderen Ringwalles bildet die äußerſte und größte Kreislinie. Die nächſte Linie des Tracés nach außen zu iſt der Escarpenrand, der ein Polygon (bei dem gewählten Beiſpiele ein Sechseck, deſſen Seiten 330 m) bildet. Die Zone zwiſchen jenem Kreiſe und dieſem Polygon iſt etwa 4,5 m unter das natürliche Terrain verſenkt. Die Sohle des 11,5 m breiten Grabens liegt 10—12 m unter Terrain. Die Escarpe hat ein Revêtement en décharge zur Bekleidung des Abſatzes zwiſchen Grabenſohle und verſenkter Berme (wie man die Zone zwiſchen Escarpenrand und Bruſtwehrfuß, zwiſchen Polygon und Kreis wohl nennen könnte) und darauf noch eine freiſtehende Mauer von 2,3 m Höhe, deren Firſte demnach noch 4,5 — 2,3 = 2,2 m unter Terrain liegt.

Die Contreſcarpe hat eine Bekleidungsmauer, deren Cordon an den Polygonecken vor den Caponièren rund 1 m über Terrain liegt. Darüber ſo viel Erde, daß die Glacis crête 1,7 m über Terrain liegt. Ein gedeckter Weg iſt nicht vorhanden.

Die angeführten Maße zeigen, daß der Verfaſſer es nicht hat fehlen laſſen, ſeinen Kreis-Redouten Relief zu geben: der Höhenunterſchied zwiſchen der höchſten Feuerlinie und der tiefſten Grabenſohle beträgt 24 m.

Der Verfaſſer überſchlägt die Baukoſten für ein ſolches Werk auf rund 2 Millionen Francs, ſein Artilleriematerial auf 1,2 Millionen.

Der Verfaſſer ſchließt mit den Worten:

„Der Geſammtaufwand eines Kreis-Forts von 250 m Radius mit Sechseck-Graben, einſchließlich ſeiner artilleriſtiſchen Ausrüſtung, wird die Ziffer von 3 200 000 Francs nicht überſteigen.“

Nach dieſer Wendung zu ſchließen, ſcheint der Verfaſſer die Ausgabe durchaus nicht auffallend groß zu finden.

Der erſte Koſten-Ueberſchlag für die Befeſtigungs-Erweiterung von Paris betrug rund 60 000 000 Francs; der Anſchluß von

Paris an die Seeküſte würde — abgeſehen von den Koſten für die Befeſtigung von Rouen und Havre — nach dem Projekte Quillet-St. Ange nur noch 34 × 3,2 = rund 135 Millionen in Anſpruch nehmen. R.

14.

Breymann, Allgemeine Bau-Konſtruktionslehre, mit beſonderer Beziehung auf das Hochbauweſen. Komplet in 4 Bänden. 72 Mark. Leipzig 1883. J. M. Gebhardts Verlag. Die Bände ſind einzeln käuflich. (In Lieferungen à Mark 1,50.)

Nur Wenige unter denen, die jetzt in Deutſchland bauen, und Keiner von denen, die noch beim Lernen ſind, erinnert ſich des erſten Auftretens der Breymannſchen Konſtruktionslehre, denn die 3 Bände der erſten Auflage — Stein, Holz, Eiſen — ſind 1849, 1851, 1854 erſchienen. Sie erſchienen in Stuttgart, an deſſen polytechniſcher Schule der Autor docirte. Süddeutſchland lag uns damals ferner wie heut. Es ſpricht um ſo mehr für die Bedeutung der neuen Erſcheinung, daß ſie auch bei den norddeutſchen Baubefliſſenen ſofort große Anerkennung errang. Seitdem iſt wohl Keiner durch deutſche Bauſchulen und Akademien gegangen, der nicht mehr oder weniger nahe Bekanntſchaft mit „Breymann" gemacht hätte.

Schon 1856 erſchien der erſte Band in 2. Auflage; die 4. in den Jahren 1868, 1870, 1877. Jetzt iſt die 5. Auflage im Erſcheinen. Dieſelbe iſt — nach dem Tode des verdienten Schöpfers dieſes „Univerſalwerkes" — neu bearbeitet von H. Lang, Oberbaurath und Profeſſor an der polytechniſchen Schule in Karlsruhe, in den 3 Bänden: Konſtruktionen in Stein, in Holz, in Metall. Ein 4. Band: Verſchiedene Konſtruktionen, insbeſondere Feuerungs- und Ventilations-, Gas-, Waſſer- und Telegraphen-Anlagen und Grundbau, in 2. Auflage, iſt bearbeitet von A. Scholtz, Baumeiſter und Docent an der techniſchen Hochſchule in Berlin.

Die 4 Bände ſollen nahezu gleich ſtark werden und können

auch in je 12 Lieferungen à 1,5 Mark bezogen werden. Augenblicklich liegen uns die erſten 5 Lieferungen des 2. Bandes: „Holz", vor.

Die neue Auflage iſt im Text bedeutend bereichert und enthält eine große Zahl neuer Holzſchnitte und Steindrucktafeln. Das urſprüngliche Quartformat — zweigeſpalten — iſt beibehalten. Das Werk iſt ja auch kein Vademecum, das man in der Rocktaſche bei ſich führen will, ſondern ein Lehrbuch für das Arbeitszimmer. Das Quartformat geſtattet dafür die große Annehmlichkeit, daß die Figurentafeln einen Band von gleicher Größe wie der Text bilden. Wo es der Größe nach irgend thunlich war, ſind die Figuren in Holzſchnitt in den Text eingeſchaltet, was noch bequemer iſt. Von dem Reichthum der Illuſtration zeugt die Thatſache, daß auf Seite 104, mit welcher die 5. Lieferung ſchließt, ſchon Fig. 352 ſich befindet und die letzte Tafel (Doppel-Quart) die 52. iſt.

Das altbewährte Werk in ſeiner neuen zeitgemäß vervollkommneten Umarbeitung und Erweiterung ſei demnach auch dem Ingenieuroffizier beſtens empfohlen, der bei flüchtigen und proviſoriſchen Ausführungen im Felde und in den Feſtungen auch künftig viel mit Holz umzugehen haben wird.

15.

Estudios de arte é historia militar. 2ª parte: Creacion y organización de los ejércitos. Por el comandante de ejército D. Carlos Banús y Cómas, capitan de ingenieros y profesor de la academia del cuerpo. Barcelona 1882.

Unſere Zeitſchrift hat im Jahrgange 1882 (Seite 191) auf die rührige Revista cientifico-militar („militärwiſſenſchaftliche Rundſchau") aufmerkſam und unter ihren Publikationen auch die oben im Originaltitel aufgeführten „Studien über Kriegskunſt und Kriegsgeſchichte" namhaft gemacht. Seitdem iſt der zweite Band der Arbeit veröffentlicht worden, der die Schaffung und Einrichtung

der modernen Kriegsheere abhandelt. „Der Krieg iſt ein Unvermeidliches“ ſtellt der Verfaſſer an die Spitze ſeiner Erörterungen und fügt ein lateiniſches geflügeltes Wort hinzu: Dura lex sed lex — ein hartes Geſetz, aber Geſetz. Gleich darauf zitirt er Hamlets „To be or not to be“ und wendet es auf die Nationen an, deren Sein oder Nichtſein von der bewaffneten Macht abhängig ſei, die ſie aufzuſtellen vermöchten. Citate finden ſich auch fernerhin nicht ſelten, und der Major-Profeſſor ſchreibt überhaupt etwas doktrinär. Das lag wohl aber in ſeiner Aufgabe. Er hat geſunde und moderne Anſichten.

Was das einſt in Europa ſo viel geltende Spanien von ſeinem Platze verdrängt hat, lehrt die politiſche und Kulturgeſchichte. Tief in unſer Jahrhundert hinein hat das Partei- und Intriguenweſen und dynaſtiſcher Hader ſein Aufkommen hintangehalten. Jetzt gewinnt es den Muth, Anſpruch zu erheben, früher oder ſpäter wieder als europäiſche Großmacht anerkannt zu werden. Ob und wann ihm das gelingt, wird in der That, wie die oben angezogene Stelle ſagt, von ſeiner „Organiſation der bewaffneten Macht“ abhängen.

Spanien hat eine ſchöne Aufgabe drüben in Afrika. Es iſt dort berechtigter als Frankreich und Italien; es hat im Blute des Volkes und in ſeiner Sprache mehr afrikaniſche Elemente als die andern Nachbarn und politiſchen Mitbewerber; es hat noch den Dank abzutragen für das, was ihm dereinſt die arabiſche Kultur zugeführt hat; es hat den Mauren noch ſeinen Gegenbeſuch zu machen.

Die ſpaniſche Studie wird der deutſche Offizier mit einem Behagen leſen, das ihm manche andere Arbeit, die er zu leſen ſich gleichwohl verpflichtet fühlt, nicht gewährt, denn er findet hier — abgeſehen von einigen franzöſiſchen Citaten — nichts Feindſeliges. Im Gegentheil führt der Verfaſſer wiederholt deutſches Weſen, deutſches Wiſſen, deutſchen Armeegeiſt als Beiſpiel und Muſter an. Auch dem Studium der deutſchen Sprache redet er warm das Wort. In erſter Stelle ſteht dem Spanier begreiflicher Weiſe das Franzöſiſche, aber dann kommt ſogleich das Deutſche, er empfiehlt es ausdrücklich vor dem Engliſchen.*) Daß er auch das

*) Dieſer Empfehlung gegenüber wirkt es komiſch, wie der ſpaniſche Setzer einſtweilen noch deutſche Worte behandelt hat, die der citatenfrohe

Arabiſche empfiehlt, läßt vermuthen, daß er unſere Anſicht über Spaniens „kulturelle Miſſion" theilt.

Wir nennen noch kurz die Themata, die abgehandelt werden.

Stehende Heere ſind beſſer als Milizen. Der Dienſt im Heere iſt eine allgemeine Pflicht aller Staatsangehörigen. Bedingungen für die Heeresſtärke. Arten des Erſatzes. Geeignetes Lebensalter für den Eintritt. Reſerve. Unteroffiziere und Unteroffizierſchulen. Das ſpaniſche Pferd. Das Remonteweſen. Das Maulthier. Avancementsverhältniſſe und Beförderungsgrundſätze. Belohnungen. Die Disciplin. Die Militärgerichtsbarkeit. Die Heeresverwaltungs-Einrichtungen. Inſtruktion. Erziehung und Unterricht. R.

16.

Torniſter-Dolmetſcher des deutſchen Soldaten im Verkehr mit Ruſſen. Von E. L. Kaſprowicz. Leipzig 1883, Selbſtverlag des Verfaſſers.

Dieſe kleine gut gemeinte und nicht unverdienſtliche Arbeit koſtet nur 30 Pfennige, iſt alſo für jeden Soldaten leicht zugänglich; immerhin auch dem Offizier zur Einſichtnahme zu empfehlen.

Der Verfaſſer iſt gerichtlicher Dolmetſcher in Leipzig, er wird alſo wohl der fremden und — trotz ſeines polniſchen Namens — auch der deutſchen Sprache, namentlich ihres Sprachklanges mächtig und ſomit fähig ſein, ſeine Hauptaufgabe zu erfüllen, nämlich dem Deutſchen mit deutſchen Lautzeichen die fremden Sprachklänge zu vermitteln.

Er trat mit ſeinem Torniſter-Dolmetſcher vor einigen Jahren in die Oeffentlichkeit, hatte ihn damals aber zu einer vollſtändigen Polyglotte für die deutſchen Grenzländer geſtaltet, indem er die

---

Autor ihm zumuthet. Z. B. „Ermangelung" iſt wiedergegeben durch Ermangelmz; „des Oberfeldherrn" mit der Oberfeldherrnr; „Abänderung" — Abänderanz; „unvorhergeſehene" (Nachtheile) — an vorhe — regsechchone.

gewählten deutſchen Wörter und Redensarten außer ruſſiſch auch franzöſiſch, holländiſch, däniſch, polniſch und tſchechiſch wiedergab.

Auf den Rath ſeines ſehr wohlmeinenden Kritikers in der Berliner Militär-Literatur-Zeitung, will er in zweiter Auflage jede Sprache in einem beſondern kleinen kartonnirten Büchelchen behandeln.

Es darf wohl zugeſtanden werden, daß er den Klang der ruſſiſchen Worte möglichſt naturgetreu mit deutſchen Lautzeichen wiedergegeben hat; nur für zweierlei Klänge erachtet er eine nähere Erklärung für geboten, den des rollenden l, л und den des ж. Erſteres lehrt er durch Beſchreibung ganz verſtändlich ausſprechen; zum deutſchen Lautzeichen dafür hat er ein fettes **ll** gewählt; vielleicht hätte er die Aufmerkſamkeit mindeſtens eben ſo gut durch Annahme des polniſchen Lautzeichens ł erregt. Mit dem ж giebt er ſich unnöthige Mühe, da jeder Deutſche und ſpeciell der Soldat mehr als ein aus dem Franzöſiſchen übernommenes Wort kennt und braucht, das dieſen Klang hat, wenn unſerem Alphabet auch das betreffende Lautzeichen fehlt. Dafür „sch“ einzuſtellen und es vom deutſchen ſcharfen Ziſchlaut dadurch zu unterſcheiden daß er es in fetter Schrift ſetzt, während es doch gerade ſchwächer, weicher, zarter als das deutſche lauten ſoll, erachten wir für keine glückliche Wahl. Da das franzöſiſche g nur vor 3 Vokalen, das franzöſiſche j aber vor allen den in Rede ſtehenden Klang hat, auch das franzöſiſche j unter den deutſchen Lettern ſehr gut ins Auge fällt, ſo würden wir im j den beſten Repräſentanten des ж (же) gefunden haben.

Es iſt zu loben, daß c und з ſprachgemäß durch ss (im Anfange Ss) und das einfache s wiedergegeben und unterſchieden ſind; der Verfaſſer iſt hierin aber nicht ganz konſequent; ſo wäre z. B. „Hinterlader“ beſſer durch „Win-tów-ka ſſ ſád-nimm ſar jádom“ wiedergegeben, denn „c ъ“, das ſcharfe ſ mit dem Härtungszeichen, iſt durch ſ, wie der Verfaſſer hier thut, nicht richtig erſetzt. Für die Wichtigkeit derartiger Unterſcheidung im Ruſſiſchen wollen wir nur ein Beiſpiel anführen: Es lautet „коза“ — kaſá und heißt die „Ziege“; dagegen „коса“ lautet kaſſá und heißt „die Senſe.“

Ob der gegebene Wörterſchatz glücklich ausgewählt und namentlich, ob er auskömmlich iſt, wird ſich von vornherein nicht beurtheilen laſſen. Eine Probe im Ernſtfalle wollen wir nicht wünſchen. Vielleicht giebt es aber künftig wieder einmal ein freundnachbar-

liches Manöver, wie 1835 bei Kaliſch. Da müßte jeder deutſche Soldat ſich merken, welche ruſſiſchen Worte, und jeder Ruſſe, welche deutſchen ihm nothwendig oder wünſchenswerth geweſen ſind; das gäbe die ſicherſte Probe für den Torniſter-Dolmetſch. Dann würde auch, was wir ſehr vermiſſen — der deutſch-ruſſiſchen eine ruſſiſch-deutſche Redehilfe hinzuzufügen ſein. Für jetzt hat Herr Kaſprowicz im beſten Falle den deutſchen Soldaten nothdürftig ſagen und fragen gelehrt, aber nicht hören und verſtehen, was ihm geantwortet wird.

Uebrigens glauben wir, daß die Einordnung der Wörter und Redensarten in gewiſſe logiſche Rubriken, wie: die Zeit; Körpertheile; im Lazareth; im Laden; die Handwerker u. ſ. w. — das Auffinden des geſuchten Ausdrucks weniger fördert als die lexikaliſche Ordnung thun würde, d. h. das Ordnen nach dem heimiſchen Alphabet und dem entſprechenden Klange des Fremdwortes.

Eine Tabelle des ruſſiſchen Alphabets mit Angabe der normalen Ausſprache der Lautzeichen wäre keine überflüſſige Zugabe geweſen. Wir brauchen nur an den wahrſcheinlichen Fall zu denken, daß man Namen von Perſonen und Ortſchaften einmal ausſprechen hört, das anderemal geſchrieben ſieht und ſich der Identität verſichern will. Da der Verfaſſer ſämmtliche ruſſiſchen Worte auch in ruſſiſcher Orthographie giebt, ſo hätte er immerhin noch einen Schritt weitergehen und das „Asbuka“ (Alphabet) der kyrilliſchen Schrift mittheilen ſollen.

17.

Escuela practica del segundo regimento de Ingenieros en Guadalajara 1882. Por el teniente coronel, capitan de Ingenieros Don Joaquin de la Llave y Garcia, Profesor de la Academia del Cuerpo. Madrid 1882.

Unſere Zeitſchrift hat in einem früheren Artikel (Jahrgang 1881, S. 563) „von der ſpaniſchen Pionier-Uebung 1880“ berichtet und dabei einige Angaben über Eintheilung und Beſchäftigung der techniſchen Truppen Spaniens, ſowie über deren Uebungsplatz bei Guadalajara, der Centralſtelle des ſpaniſchen Genieweſens, gebracht.

Ueber die ähnliche nächſte große Uebung, die 1882 ſtattgefunden

hat, berichtet die (nur 30 Seiten ſtarke) Broſchüre, deren vollſtändiger Titel oben wiedergegeben iſt.

Den ausgeführten Arbeiten lag der Gedanke eines verſchanzten Lagers zu Grunde, deſſen Front rechtwinklig zum Henares auf deſſen beiden Ufern lag. Die Befeſtigung ſollte den Charakter der „Poſitions-Befeſtigung" erhalten, mit ſtärkerer Hinneigung zur „proviſoriſchen" oder „gemiſchten" als zur „flüchtigen" oder „improviſirten". Es kamen vier Hauptwerke und zwiſchen denſelben verſchiedene Arten von Batterien zur Ausführung; desgleichen Schützengräben und Deckungen nach mancherlei Typen. Innerhalb der befeſtigten Zone wurden Baracken — ebenfalls verſchiedene Typen — hergerichtet; endlich auch Brücken über den Henares geſchlagen.

Das eine der vier Hauptwerke war eine quadratiſche Redoute mit Kreuztraverſe nach dem Muſter der Griviza-Redoute von Plewna — „Imitation, nicht Kopie" bemerkt der Berichterſtatter. Die wirkliche Herſtellung beſtätigte die a priori gehegte ungünſtige Meinung von dieſer Form; namentlich in Bezug auf die Traverſe, die mit ſehr viel Arbeitsaufwand einen ſehr geringen Nutzen bezahlt.

Ein zweites Werk war eine fünfſeitige Redoute mit zwei Grabencaponièren. Man fand, daß letztere hier ein ähnliches Mißverhältniß zwiſchen Aufwand und Nutzen darböten. Man kam zu dem Schluſſe, Caponièren für Feldwerke ganz auszuſchließen und ſie den eigentlich proviſoriſchen mit breiten Gräben vorzubehalten.

Das dritte Werk war eine Lünette mit Blockhaus;*) die Facen mit Traverſen nach den von Brialmont und Girard empfohlenen Typen. Von dem Blockhauſe wird geſagt, ſeine bauliche Anordnung habe derjenigen geglichen, „die bekannt iſt unter dem Namen des „blockhaus Müller". Hier haben wir aus dem fernen Spanien ohne Zweifel eine intereſſante und ſchmeichelhafte Reminiscenz an eine vormals recht angeſehene, aber aus dem Gedächtniß der heutigen Generation verſchwundene Arbeit: „Verſuch über die Verſchanzungskunſt auf Winterpoſtirungen; Potsdam 1782".

Ein Blockhaus alten Stils, Reduit und Kehl-Caponière zugleich, iſt im Zeitalter des indirekten Schuſſes und des mit Traverſen

*) Die Orthographie dieſes deutſchen Wortes — ſo fremd das ck und das au der ſpaniſchen Sprache auch iſt — hat man buchſtäblich getreu ins Spaniſche übernommen; Luneta con blockhaus wird das Werk genannt.

und Deckungsgräben verbauten Innenraums ein Anachronismus. Die Leiter der ſpaniſchen Uebung werden das nicht erſt nach geſchehener Ausführung erkannt, ſondern vorher gewußt haben; die Ausführung wird es wohl den jüngeren Offizieren und den Mannſchaften nur haben augenfällig demonſtriren ſollen.

Das vierte Werk bezeichnet der Bericht als Redan (Rediente), fügt aber ſelbſt hinzu, es hieße richtiger Lünette, was daſſelbe in der That auch war.

Es mag nur noch eines intereſſanten Verſuches gedacht werden, der ſo gut ausfiel, daß er an dem Tage, wo König Alfons den Uebungsplatz beſuchte, vor deſſen Augen wiederholt wurde.

Als Urheber der Idee nennt der Bericht den Capitano José Suarez.

Die ſpaniſchen Sappeur-Kompagnien haben Wagen mit waſſerdichten Leinwanddecken oder Planen. Je eine ſolche Plane wird über ein leicht zuſammenzufügendes Holzgerippe geſpannt und bildet einen Schwimmkörper von beiläufig 400 Kilogramm Tragkraft. Mehrere dergleichen laſſen ſich zu einem Floß vereinigen.

Wie um ſo manche „neue“ Idee, ſteht es auch um dieſe: das Neue bringt unbewußt oder bewußt irgend etwas recht Altes — vielleicht neu aufgeputzt — ans Tageslicht.

Leinene Schiffe (über einem Holzgerippe mit eiſernen Verbindungen ein doppelter Ueberzug von getheerter Leinwand) erfand de Guethem, Kapitän in kaiſerlichen Dienſten, in den erſten Jahren des vorigen Jahrhunderts, und Prinz Eugen intereſſirte ſich ſo ſehr für dieſelben, daß auf ſeinen Betrieb für ihn ein Train von 50 derartigen Fahrzeugen hergeſtellt und nach Italien geſchickt wurde.

Hundert Jahre ſpäter hatte Hauptmann Wonjatſchek, Kommandeur einer Pionier-Kompagnie in Oberitalien, den Einfall, die Deckel der Arbeits-Requiſitenwagen waſſerdicht und ſchwimmfähig herzuſtellen. Aus ſolchen „Deckelſchiffen“ entwickelten ſich die Birago'ſchen Einbau-Pontons.

Ob nun Don José Suarez dieſe Vorgänge gekannt hat oder nicht — er will weder fertige Leinenſchiffe wie de Guethem noch die unveränderten Wagendeckel wie Wonjatſchek, ſondern formirt erſt im Falle des Bedarfs aus Wagenplanen Schwimmkörper; er darf alſo für ſich wenigſtens in Anſpruch nehmen, was der Lave'ſche Bericht von der Uebungs-Grivica-Redoute ſagt: imitacion no cópia.

XI.

Der Kampf um Wien 1683.

Sein Verlauf und ſeine Bedeutung für die Geſchichte des Feſtungskrieges.

Ein Beitrag zur zweihundertjährigen Gedächtnißfeier.

(Mit Plänen auf Tafel II.)

Die Vertheidigung und der Entſatz von Wien im Sommer des Jahres 1683 bilden eine große und ſchöne Erinnerung für die öſterreichiſche Armee und die Bürgerſchaft der Stadt.

Das hundertjährige Gedächtniß jener ſchweren und glorreichen Tage iſt gefeiert worden; die Feier des zweihundertjährigen iſt in Vorbereitung.

Dieſer Feier ihre freund-nachbarliche Theilnahme zu widmen, würde die deutſche Preſſe ſich für berufen erachten müſſen, auch wenn das geſchichtliche Ereigniß, dem ſie gilt, nur öſterreichiſches Haus- und Heimaths-Intereſſe berührte; das Ereigniß iſt aber von welthiſtoriſcher, es iſt von kriegsgeſchichtlicher, insbeſondere feſtungskriegsgeſchichtlicher Bedeutung und dadurch vollberechtigt, von der militäriſchen Fachpreſſe eingehend berückſichtigt zu werden.

Langſam, aber unwiderſtehlich war das Osmanenthum in Europa weſtwärts vorgerückt.

1360 hatte es ſeinen erſten bedeutenden Stützpunkt, Adrianopel, gewonnen. Der Balkan wurde überſchritten, und nach harten Kämpfen erlag das Slaventhum in der Schlacht auf dem Amſelfelde 1390.

Sechs Jahre ſpäter erreichten die Türken bei Nikopoli die Donau, die große Verkehrsader, den Heerweg zu friedlichen wie feindlichen Zügen zwiſchen Orient und Abendland.

Nun folgten die Kämpfe um Ungarn. Erſt 1521 wurde die wichtige Etappe Belgrad dauernd gewonnen; 1541 Ofen.

In dieſe Zeit fällt das erſte Vordringen bis Wien, das Suleiman II., der größte der türkiſchen Sultane, 1529, aber vergeblich, belagerte.

Zum zweiten Male im Jahre 1683 drang die verheerende Fluth des türkiſchen Kriegsvolkes ſo weit nach Weſten; zum zweiten Male war Wien der Damm, an dem ſie ſich ſtaute, bis die Gegenſtrömung Kraft gewann und ſie zur Umkehr zwang.

Anderthalb Jahrhunderte zuvor, wo das eben erſt gewonnene Belgrad den weſtlichſten Stützpunkt der türkiſchen Macht bildete, war das Vorgreifen bis Wien ein tollkühnes Unternehmen; ſelbſt wenn Suleiman den Platz genommen, hätte er ihn nicht behaupten können. Der zweite Verſuch war ungleich gefährlicher, denn jetzt herrſchten die Türken in Ungarn bereits bis gegen Komorn hin, lag die Grenze ihrer Macht nur noch 100 Kilometer von den Thoren Wiens entfernt; jetzt ſtrebten die Türken allen Ernſtes an, Wien dauernd ihrem Reiche einzuverleiben.

Daß auch diesmal Wien den Anſturm des Osmanenthums parirte, den daſſelbe nachmals nicht hat wiederholen können, daß alſo für alle Zeit der Jahrhunderte langen Türkengefahr eine Grenze geſetzt war — das iſt ein Dienſt, der nicht bloß Oeſterreich, ſondern der Kultur des Abendlandes geleiſtet worden iſt.

Der Kampf um Wien im Jahre 1683 bietet für die Geſchichte des Feſtungskrieges und der Belagerungskunſt ein allſeitig lehrreiches Beiſpiel.

Der förmliche Angriff oder die Ceremonial-Attacke iſt von den Türken 1683 gegen Wien nach demſelben Schema geführt worden, wie es 1667—69 gegen Kandia der Fall geweſen war.

Kandia iſt hochberühmt, weil es erſt nach einem Widerſtande von 28 Monaten kapitulirt hat. Die Möglichkeit dieſes langen Widerſtandes beruht auf dem Umſtande, daß die Republik Venedig, die den Platz vertheidigte, zur See den Türken überlegen war, daß demzufolge der Platz niemals eingeſchloſſen war und ſeine Widerſtandskraft durch Zufuhr von Mannſchaft, Geld und Proviant ſo oft wie nöthig aufgefriſcht werden konnte. Als die Türken mit ihrem Land-Angriffe ſo weit gediehen waren, daß ſie Ausſicht hatten, in Kurzem Herren des Hafens zu werden, ſah der Kommandant ſich alsbald genöthigt, in Unterhandlungen zu treten, um

noch unter leidlich günſtigen militäriſchen (wenn auch ſchweren politiſchen) Bedingungen den Abſchluß des langen Kampfes herbeizuführen.

Wien dagegen war völlig eingeſchloſſen; es mußte bis zuletzt von ſeiner erſten Ausſtattung an Streitkräften, Kriegsgeräth und Lebensmitteln zehren; nur einzelne Boten zu brieflichem Verkehr haben ſich bisweilen glücklich durch den abſperrenden Ring geſchlichen.

Kandia war ein Platz von unregelmäßiger Grundrißfigur, ſeine urſprüngliche Umſchließung durch ſpätere Vorbauten in verſchiedenartigen Formen erweitert. Die Kehle des Platzes bildete der Seeſtrand mit dem Hafen. Die Türken führten zwei einander diametral entgegengeſetzte Attacken auf die beiden Anſchluß-Baſtione. Die Beſchaffenheit des Geländes und die Grundrißform der Umwallung führten zu zerſplitterten unregelmäßigen Angriffs-Arbeiten.

Wien dagegen bot einen ſehr gleichmäßigen Umzug. Seine ganz ſchulmäßig geordneten Fronten mit Baſtionen, Ravelins und gedecktem Wege führten zu einem ſehr klar disponirten, ſchulmäßigen Angriffe; keine andere Belagerung bietet ein ſo reines Bild vom türkiſchen Typus der Ceremonial-Attacke des 17. Jahrhunderts und deren Haupt-Elementen: Laufgräben, Mineurthätigkeit und Stürmen.

Der förmliche Angriff von Wien im Jahre 1683 ſteht zugleich an der Schwelle einer neuen Zeit; er fällt zwiſchen 1673, wo Vauban (vor Maſtricht) zum erſten Male die „Parallelen" in ſeiner Manier zur Anwendung gebracht hatte, und 1688, wo er den Ricochetſchuß (vor Philippsburg) zum erſten Male verſuchen ließ.

Wien 1683 kann für alle Zeit Lehrern wie Lernenden als Muſterbeiſpiel, als Paradigma des vor-Vaubanſchen, insbeſondere des türkiſchen förmlichen Angriffs dienen.

Die Wichtigkeit deſſen, was in den Sommermonaten des Jahres 1683 in und bei Wien geſchehen, iſt von den Zeitgenoſſen ſofort gewürdigt; die Ereigniſſe ſind von Augenzeugen und Theilnehmern, vom bürgerlichen wie vom militäriſchen Standpunkte, geſchildert worden; zwei Ingenieure der Garniſon — Anguiſſola und Camucci — haben unmittelbar nach dem Abzuge der Türken die Angriffs-Arbeiten aufgenommen; für den Anmarſch des

Entſatzes und die Entſatz-Schlacht geben Pläne (von Hallart) Aufſchluß.

Eine fleißige Darſtellung aus neuerer Zeit enthalten die „Gedenkblätter aus der Geſchichte des k. k. Heeres. Von Quirin Leitner, k. k. Oberlieutenant“; daraus in Streffleurs öſterr. militär. Zeitſchrift: „Belagerung von Wien“, Jahrgang 1863, Band I, Seite 227 u. f.

Das reiche Material, ſowohl das zum Druck gelangte, wie das in den Archiven verborgene, iſt neuerdings in der hiſtoriſchen Abtheilung des öſterreichiſchen Generalſtabes zu einer Denk- und Feſtſchrift: „Das Kriegsjahr 1683“ verarbeitet, und dieſe in den „Mittheilungen des k. k. Kriegs-Archivs“ veröffentlicht worden.

Die verdienſtliche Arbeit wird in die Hände Vieler kommen, aber nicht Aller; namentlich der Nicht-Oeſterreicher. Mancher wird auch nicht Zeit haben, ſich durch die umfangreiche Darſtellung durchzuarbeiten, in deren weiten Rahmen viele Einzelheiten eingeſchloſſen ſind, die nicht allgemeines Intereſſe haben.

Wenn die vorliegende Darſtellung nichts als ein Auszug jener umfangreichen wäre, würde ihr Verfaſſer ſie als ein bequemes Orientirungsmittel ſeinen Leſern empfehlen zu dürfen glauben; er hofft jedoch, nicht nur mechaniſch extrahirt, ſondern ſelbſtthätig verarbeitet und das, was oben hervorgehoben iſt, nachgewieſen zu haben:

Belagerung und Entſatz von Wien ſind das beſte Beiſpiel für das Studium der Geſchichte des Feſtungskrieges, bezüglich des vor-Baubanſchen förmlichen Angriffs, insbeſondere wie derſelbe bei den Türken zur Ausbildung gelangt iſt.

Der Kampf um Wien.

Inhalts-Ueberſicht.

		Seite
	Einleitung	305
1.	Oeſterreich und ſeine Feinde in Weſt und Oſt	311
2.	Politiſch-militäriſche Vorbereitung zum Türkenkriege	313
3.	Der türkiſche Kriegsplan	315
4.	Neuhäuſel. Die Stellung bei Raab	315
5.	Der Rückmarſch zur Sicherung von Wien	316
6.	Zuſtände in Wien vom 7. bis 13. Juli	317
7.	Die Aufgaben der im Felde ſtehenden Kaiſerlichen	320
8.	Gegen Tököly nach Presburg	321
9.	Die Hilfe vom Reich	323
10.	Der Kurfürſt von Brandenburg	323
11.	Der polniſche Zuzug	329
12.	Befeſtigung und Ortslage von Wien	330
13.	Die leitenden Perſönlichkeiten und die Beſatzung	334
14.	Das Eintreffen des Belagerers; das Niederbrennen der Vorſtädte	336
15.	Das türkiſche Lager und die türkiſchen Truppen; ihre Organiſation und Bewaffnung	337
16.	Räumung der Tabor-Au. Der Ring geſchloſſen	339
17.	Die Wahl der Angriffsfront	340
18.	Beginn der Angriffs-Arbeiten	341
19.	Charakteriſtik des in Europa im 17. Jahrhundert üblichen förmlichen Angriffs	342
20.	Die Eigenart des türkiſchen förmlichen Angriffs und die ſpecielle Geſtaltung des gegen Wien geführten, unter vergleichender Bezugnahme auf Kandia 1669	344
21.	Türkiſche Batterien	347
22.	Die Bedeutung des türkiſchen Mineurs für den oberirdiſchen Angriff und für die Breſchlegung. Wechſelwirkung zwiſchen Sappeur, Mineur und dem Stürmen	348

Seite
23. Der Neben-Angriff gegen die Donau-Front 349
24. Der Kampf um den gedeckten Weg der Haupt-Angriffsfront (23. Juli bis 6. Auguſt) 350
25. Der Kampf um das Feſtſetzen im Graben (7. bis 12. Auguſt) 354
26. Der Kampf um das Burg-Ravelin; erſte Periode (12. bis 26. Auguſt) 354
27. Beginn der Unternehmungen gegen die Angriffs-Baſtione; Fortſetzung des Kampfes um den Graben 356
28. Der Fall des Burg-Ravelins am 3. September 357
29. Nächſte Ausſichten des Platzes. Breſchen. Abſchnitte. Hoffnung auf Entſatz 358
30. Das Mineurweſen, die ſchwache Seite der Vertheidigung. Vergleich mit Kandia. Der Mineur des 17. Jahrhunderts 359
31. Breſchlegung in der Burg-Baſtei am 4. September 362
32. Breſchlegung in der Löbl-Baſtei am 6. September 363
33. Die Türken Herren des Grabens; der Mineur an der Kurtine am 9. September 363
34. Das Ende der Belagerung 363

35. Das Operationsfeld für den Entſatz 364
36. Alternative: Ueber Presburg oder über den Wiener Wald? 366
37. Türkiſches Verhalten: Kloſterneuburg; Gefecht am Biſamberge; Unthätigkeit im Wiener Walde 367
38. Der Herzog von Lothringen und der König von Polen . . 368
39. Der Entſatz auf dem Tullner Feld; die Türken am Südfuße des Wiener Waldes 369
40. Der erſte Marſchtag, 10. September 370
41. Der zweite Marſchtag, 11. September 371
42. Der Schlachtplan 372
43. Der Schlachttag (12. September) bis zum Nachmittage . . 373
44. Die Entſcheidung 375
45. Sobieski in Wien 377
46. Ausnutzung des Sieges. Einnahme von Gran 378
47. Das Ende des Feindes 380

Der Kampf um Wien.

1.

Leopold von Oeſterreich, deutſcher Kaiſer ſeit 1658, und als ſolcher der erſte ſeines Namens, wäre gern ein Friedensfürſt geweſen und hätte bei wiſſenſchaftlicher Beſchäftigung, bei Pflege der Muſik und in Frömmigkeit ein beſchauliches Leben geführt, wenn die böſen Nachbarn rechts und links ihm Ruhe und Frieden gegönnt hätten: im Weſten Ludwig XIV., im Oſten Ungarn und die Türken.

Mit Ludwig war der Kaiſer von 1673—78 in Krieg verwickelt geweſen; der Friede von Nimwegen, für jenen unverdient günſtig ausgefallen, war nur eine wenig Dauer verſprechende Pauſe; Ludwigs Herrſchſucht und Ländergier führten neue Verwickelungen herbei. Die Verletzung der Friedensabmachungen durch Nichtherausgabe vieler Städte, die berüchtigten Reunionskammern, die abſolut rechtswidrige, gewaltſame Beſitznahme von Straßburg — alles das konnte der große Despot, der „l'état c'est moi“, ſich zunächſt erlauben, weil die Geſchädigten ſchwach, uneins, unentſchloſſen waren. Es ſollte noch fünf Jahre dauern, bis endlich, auf Wilhelms von Oranien Anregung, der Kaiſer, das Reich, England, Holland, ſpäter noch Spanien und Savoyen zum Coalitionskriege (1688—97) ſich ermannten.

In dem Jahre, mit dem wir uns beſchäftigen, war nicht Krieg mit Ludwig, aber er drohte, er konnte jeden Augenblick wieder ausbrechen, denn der gierige Landverſchlinger war noch nicht ſatt. Ludwig hatte wohl auch ſeinen Jugendtraum nicht vergeſſen, den Traum von der Wiederholung deſſen, was Karl dem Fünften zu Theil geworden war: zum heimiſchen Königthum

die deutſche Kaiſerwürde! Leopold, der zwei Jahre jünger war als Ludwig, hatte als Sohn des vorigen Kaiſers, wenn auch nicht das Reichsgeſetz, ſo doch das Herkommen für ſich, und es iſt kaum zu verſtehen, wie Ludwig es für möglich hat halten können, daß ihm die deutſche Kaiſerkrone erreichbar ſei. Doch wird dieſes Streben ihm nachgeſagt, und daß aus dieſem Mißerfolge ſein perſönlicher Haß gegen Leopold und das Reich entſtanden ſei.

Während der Kaiſer beſorgt nach Weſten zu blicken allen Anlaß hatte, beunruhigte ihn im Oſten die Unbotmäßigkeit der Ungarn. Die magyariſchen Magnaten waren zum Theil Proteſtanten; dieſe empfanden zwiefache Antipathie gegen die deutſchen und katholiſchen Habsburger, die ihre Herren ſein wollten. Anknüpfungen mit den Türken, in dem Beſtreben, ihr Land von Oeſterreich wieder loszureißen, hatten 1671 vier ungariſche Grafen auf das Schaffot geführt; dieſe Strenge hatte aber weder geſchreckt noch beruhigt; neuerdings, im Jahre 1682, hatte Graf Emmerich Tököly in offenem Aufruhr ſich an die Spitze der Unzufriedenen geſtellt; er war zur Zeit Herr in einem großen Theile von Ober-Ungarn, ja, er bedrohte die Grenzgebiete von Mähren und Schleſien.

Mit der Türkei hatte Oeſterreich ſeit dem 1664 zu Vasvár geſchloſſenen Vertrage Frieden; richtiger: zwanzigjährigen Waffenſtillſtand, denn Frieden zu ſchließen mit dem nicht völlig unterjochten Ungläubigen geſtattet der Koran nicht.

Das Osmanenreich regierte damals dem Namen nach Mohammed IV., thatſächlich — ſeit 1676 — der Großweſir Kara Muſtafa. Derſelbe war überaus prachtliebend; um dieſen Hang befriedigen zu können, habſüchtig, ehrgeizig und ein Chriſtenhaſſer. Er war kein Feldherr, ſchmiedete aber große Kriegspläne. Mit Rußland hatte er 1677 angebunden, aber 1681 einen ungünſtigen Waffenſtillſtand ſchließen müſſen. Jetzt wendete er ſeinen Blick auf Oeſterreich. Hier begegnete er dem Blick Ludwigs von Frankreich. So braute ſich ein ſchweres Wetter gegen Leopold; der eine Wettermacher ſaß am goldenen Horn, der andere auf ſeiner Zauberinſel in Verſailles.

In der Wiener Hofburg wollte man lange nichts merken. Dem Kaiſer lag zumal der ſpaniſche Geſandte in den Ohren. Dieſen kümmerten die Türken nicht, wohl aber die Verwickelungen, die bei ihm daheim von Ludwig zu gewärtigen waren; darum lag ihm daran, des Kaiſers Aufmerkſamkeit im Weſten zu feſſeln und

ihn die Wolken nicht ſehen zu laſſen, die im Oſten aufſtiegen. Der Kaiſer ſchickte einen beſonderen Geſandten nach Konſtantinopel, der über die Verlängerung des Waffenſtillſtandes unterhandeln ſollte. Derſelbe wurde mit zweideutigen Reden hingehalten, bis es dem Großweſir Zeit ſchien, die Maske abzuwerfen. Dies geſchah in den erſten Tagen des Jahres 1683.

Nun hatte es Oeſterreich eilig mit dem Rüſten! Seine Heeresmacht war gering, viel neues, ungeübtes Volk; an Geld war kein Ueberfluß, an Kriegsbedarf auch nicht; Verbündete hatte der Kaiſer augenblicklich nicht.

Nach Adrianopel aber, wo der Kriegsruf erſcholl, zogen aus Europa, Aſien und Afrika die Streiter des Islam.

Von Adrianopel nach Wien iſt es — in der Luftlinie — faſt genau ſo weit, wie von Wien oder Berlin nach Paris, etwa 120 geographiſche Meilen; aber die türkiſche Grenze lag im Jahre 1683 nur 100 Kilometer von Wien; nur ein Neuntel der Entfernung von Adrianopel.

Wie ein Blick auf unſere kleine Ueberſichtskarte (Fig. 3 des beiliegenden Blattes) zeigt, war Gran an der Mündung des gleichnamigen linksſeitigen Donau-Zufluſſes die vorderſte türkiſche Feſtung; die Grenze überſchritt den Bakonywald und reichte an der Donau bis nahe vor Komorn. Auf dem linken (nördlichen) Stromufer erſtreckte ſich zwiſchen Waag und Neutra eine türkiſche Enklave mit dem feſten Punkte Neuhäuſel.

Auf der öſterreichiſchen Seite deckten Raab, Komorn, Sered und Leopoldſtadt die Grenze. Zwiſchen dieſer und Wien lag Presburg mit einem feſten Schloſſe, aber weitab von der natürlichen türkiſchen Operationslinie. Dieſe führte von Eſſeg (an der Drau, unfern deren Mündung in die Donau, 29 Meilen ſüdlich von Ofen), den langen rechten Winkel des Stromlaufes abſchneidend, ſomit Ofen, Gran, Komorn zur Seite laſſend, über Stuhlweißenburg auf Raab und Wien.

So weit war vorauszuſehen, was die Türken zunächſt vornehmen würden, und der Hofkriegsrath in Wien hatte demgemäß ſeine ſtrategiſchen Entſchlüſſe zu faſſen.

2.

Oeſterreich war augenblicklich auf ſich ſelbſt angewieſen. Das Reich war um Hilfe angegangen, und der Reichstag in Regens-

burg berieth einſtweilen. Mit Polen war ein Bündniß geſchloſſen.

Sobieski, ſeit 1674 als Johann III. König von Polen, war ein überaus werthvoller Bundesgenoſſe. Er konnte nicht nur eine anſehnliche Streitmacht ſtellen, er war auch perſönlich ein einſichtiger, tapferer und erprobter Führer, der ſeine Erwählung zum Könige hauptſächlich ſeinen ſiegreichen Unternehmungen gegen die Türken zu danken hatte. Zehn Jahre zuvor (11. November 1663) hatte er als Krongroßfeldherr und Wojewode von Krakau die Türken bei Choczim beſiegt und ihnen einen Verluſt von 28 000 Mann beigebracht.

Sobieski für ſeine Perſon war unbedingt zur kräftigſten Unterſtützung des bedrohten Oeſterreich bereit; hieß das doch auch nur dem Nachbar beiſpringen in einer Gefahr, die andern Tages ihm ſelber drohen konnte. Die Bündnißangelegenheit ging gleichwohl nicht ganz glatt von ſtatten. Man muß von vornherein das in Proſa und in Verſen viel gefeierte Zuhilfeeilen Sobieskis nicht zu poetiſch als eine That ſelbſtloſer Ritterlichkeit und Chriſtlichkeit ſich vorſtellen. Es war Politik, Diplomatie, Intrigue — hier wie überall, und an Gegenſtrömungen, die von Verſailles ausgingen, fehlte es in Warſchau keineswegs. Die nunmehrige Königin von Polen, zuvor Wittwe eines Wojewoden, war von Geburt Franzöſin, Tochter eines Marquis.

Der Kaiſer ſtellte ſeine Streitmacht unter den Oberbefehl des bisherigen Statthalters von Tyrol, des Herzogs von Lothringen, der ſich als ſolcher Karl V. nennen durfte, einſtweilen aber ein Herzog ohne Land war, da dieſes Ludwig von Frankreich in ſeiner räuberiſchen Hand hielt.

Der Herzog, zur Zeit 40 Jahre alt, war Jugendfreund und Erziehungsgenoſſe des Kaiſers und mit einer Schweſter deſſelben, der Wittwe von Sobieskis Vorgänger, vermählt. Er war ein tüchtiger Mann und kriegserfahren.

Die kaiſerliche Streitmacht wurde halbwegs zwiſchen Wien und der Grenze, bei Kittſee, unweit Presburg, zuſammengezogen. Am 6. Mai 1683 wurde daſelbſt ein feierlicher Feldgottesdienſt und dann durch den Kaiſer Heerſchau abgehalten. Es waren ungefähr 40 000 Streitbare verſammelt.

Es war beſchloſſen, die Waag- und Raablinie — Komorn als Stützpunkt in der Mitte — zu beſetzen, auch, wenn es thun-

Digitized by Google

lich ſchiene, einen Vorſtoß zu verſuchen und ſich der türkiſchen Grenzplätze Gran und Neuhäuſel, oder doch eines derſelben zu bemächtigen.

Der König von Polen war erſucht worden, durch eine ſeitliche Vorwärtsbewegung gegen Siebenbürgen die Aufmerkſamkeit der Türken womöglich zu theilen.

3.

Die türkiſche Streitmacht hatte in Belgrad Station gemacht. Hier wurde türkiſcherſeits der Feldzugsplan berathen. Auch Tököly, der ungariſche Rebellenführer, ſaß in dieſem Rathe. Er war Bundesgenoſſe der Türkei; er verhandelte aber auch gleichzeitig durch Mittelsperſonen mit der öſterreichiſchen Regierung. Er war für beide Parteien von Werth, und es erklärt ſich, daß er temporiſirte, weil er ſich auf die Seite des Meiſtbietenden ſchlagen wollte. Sein Rath war aber auch ohne ſelbſtſüchtige Motive ein ſtrategiſch gerechtfertigter, als er empfahl, ſich für dieſes Jahr mit der Feſtſetzung in Ungarn zu begnügen. Auch des Großweſirs nächſtälteſte Heerführer ſprachen ſich für eine ſolide Operationsbaſis aus. Kara Muſtafa aber drängte vorwärts; er gab zuletzt kraft der ihm vom Sultan bewilligten uneingeſchränkten Vollmacht den Ausſchlag, und der Vormarſch begann, als deſſen Ziel von vornherein der Großweſir ſich Wien erſehen hatte.

Die öſterreichiſche Heeresleitung hatte ſich inzwiſchen überlegt, daß Gran — 45 Kilometer öſtlich von Komorn — bedenklich weit in die Machtſphäre des heranziehenden Gegners reiche, und beſchloſſen, es mit Neuhäuſel zu verſuchen.

4.

Das Unternehmen entwickelte ſich Anfang Juni ziemlich langſam und lahm. Cernirung fand ſtatt, mit Laufgräben und Batteriebau wurde ein Anfang gemacht; als aber die erbetenen Verſtärkungen an Angriffsmitteln nicht gewährt wurden und die Türken inzwiſchen Zeit gehabt hatten, ohne ſich ſehr zu beeilen, in bedenkliche Nähe zu gelangen, wurde der Verſuch auf Neuhäuſel abgebrochen.

Aus der Anmarſchrichtung des Feindes folgerte man öſterreichiſcherſeits noch nicht, daß es ſofort auf Wien gemünzt ſei; man glaubte, daß es zunächſt Raab gälte.

Am 25. Juni nahm daher der Herzog von Lothringen Stellung: ſeinen linken Flügel an Raab lehnend, den rechten durch den Raabfluß geſichert, den weiter aufwärts detachirte kaiſerliche Streitkräfte beſetzt hielten und halten ſollten.

Am 1. Juli trafen die Türken der kaiſerlichen Stellung gegenüber ein.

Nun konnte der Herzog mit eigenen Augen ſehen und nachzählen, daß die bisherigen Nachrichten von der gewaltigen Heeresmacht der Türken nicht übertrieben geweſen waren.

280 000 Mann befehligte der Großweſir, und der Herzog hatte in der Stellung bei Raab nur 12 500 Mann Fußvolk und 9500 Reiter, zuſammen 22 000 Mann.

Daß der Herzog überhaupt Stellung bei Raab genommen hatte, Stellung unter Umſtänden, die nicht daran denken ließen, einen Angriff der Türken abzuwarten, der zum Verderben hätte führen müſſen — läßt ſich nur als Manöver, als Schachzug erklären, als Mittel, dem Feinde Aufenthalt, wenn auch noch ſo kurzen, zu bereiten.

Gering war der Zeitgewinn allerdings, denn noch auf dem Wege von Stuhlweißenburg nach Raab hatte der Großweſir 20 000 tatariſche Reiter gegen den Raabfluß links abſchwenken laſſen.

Die Vertheidigung dieſer Linie war vom Herzoge nächſt zwei deutſchen Regimentern einigen Tauſend für zuverläſſig gehaltenen Ungarn unter Bathyány anvertraut worden. Dieſer erklärte ſich jetzt plötzlich für Tököly, griff die Deutſchen an, zerſprengte ſie und gab den Fluß den Tataren preis.

5.

Daß Raab gefährdet ſei, war unverkennbar; ob die Türken es ernſtlich angreifen würden, konnte man augenblicklich noch nicht mit Sicherheit erkennen, mußte ſich aber darauf gefaßt machen; daß aber der Feind im Sinne habe, ſofort und ohne Aufenthalt auch auf Wien loszugehen, war gleichfalls nicht mehr zu verkennen.

Den Strategen die Beurtheilung der augenblicklichen Kriegslage überlaſſend, berichten wir nur, was der Herzog von Lothringen gethan hat.

Die Beſatzung von Raab erhielt 6 Kompagnien Verſtärkung; das Fußvolk, unter Leslies Befehl geſtellt, wurde angewieſen, auf der Schütt (dem von zwei Donauarmen umfloſſenen, von Raab bis unfern Presburg reichenden inſelförmigen Landſtrich), den Türken gegenüber beobachtend ſtehen zu bleiben, bis deren Abſichten in Bezug auf Raab unzweifelhaft erkannt ſein würden.

Der Herzog ſelbſt, an der Spitze der Reiterei, ſchlug den Weg nach Wien auf dem rechten Ufer der Donau und längs der unteren Leitha ein. In der Gegend, wo letztgenannter Fluß ſeine Richtung ungefähr rechtwinklig ändert, nahm er bei Rohrau von Neuem Stellung. Auf dem Wege dahin waren die Tataren wiederholt in Rücken und linker Flanke erſchienen, hatten Angriffe verſucht, waren aber abgeſtoßen worden.

Der Herzog befand ſich augenblicklich — 20 Kilometer oberhalb Presburg, zwiſchen Donau und Leitha — ſehr nahe an dem Orte, wo zwei Monate zuvor die Einleitung des Feldzuges mit Feldmeſſe und Heerſchau gefeiert worden war.

Der Großweſir machte es dem Herzoge leicht, ſich in Ruhe und Ordnung rückwärts zu bewegen. Er beſchäftigte ſich mit Raab, ſonderte eine Abtheilung von 12 000 Janitſcharen zur Einſchließung des Platzes ab und ſetzte ſich mit ſeiner Hauptmacht erſt am 7. Juli ſehr langſam in Bewegung, der Marſchrichtung folgend, die der Herzog eingeſchlagen hatte.

Als Letzterer in ſeinem Lager bei Rohrau volle Aufklärung über die Vornahme des Feindes gewonnen, es als unumſtößlich ſicher erkannt hatte, daß Wien das Angriffsziel ſei, befahl er den Abmarſch der Infanterie auf der Schütt und ſetzte ſich mit der Reiterei ebenfalls wieder in Bewegung.

Am 7. Juli entwickelte ſich bei Petronell ein bedeutenderes Gefecht mit den Tataren, die, auf Umwegen vorausgeeilt, einen Hinterhalt gelegt hatten und anfangs Vortheile errangen, ſchließlich aber doch wieder ſo zurückgedrängt wurden, daß ſie für den Reſt des Weges nicht mehr läſtig fielen.

6.

Am 8. Juli bei Tagesanbruch erſchien die Spitze der kaiſerlichen Reiterei vor Wien. Den Tag über zogen die ſtattlichen Regimenter, in trefflicher Haltung und unter Trompeten- und Paukenklang, bei St. Marcus herein und durch die Stadt auf

die Tabor-Au, die große Donau-Inſel, auf welche Wien nur mit der Vorſtadt Leopoldſtadt übergreift.

Dieſer Augen- und Ohrenſchmaus richtete die ſehr geſunkenen Geiſter der Wiener mächtig auf.

Bis dahin hatten in der Stadt große Angſt und Beſtürzung geherrſcht, namentlich in den letzten 24 Stunden, wo die im erſten Anprall der Tataren bei Petronell Verſprengten hereingekommen waren und (wie in ſolchen Fällen gewöhnlich) ihr perſönliches Verhalten mit der Nachricht von einer vernichtenden Niederlage entſchuldigt hatten. Vom kaiſerlichen Fußvolk hatte man keine Nachricht; es galt gleichfalls für vernichtet. Und wie war der Platz beſchaffen, um deſſen Wälle von Stein und Erde nun keine Feldarmee mehr einen ſtärkeren, lebenden Vorwall ziehen konnte?

Man hatte auf die Grenzfeſtungen vertraut; ſie hatten die Wellenbrecher für die türkiſche Sturmfluth ſein ſollen! Und nun nahm dieſe geradaus ihren Weg, kümmerte ſich wenig um Komorn, Sered, Leopoldſtadt, Presburg, die weitab rechts ſeitwärts lagen, nicht einmal um Raab, das auf dem geraden Wege lag, aber nicht für einen Schlagbaum geachtet wurde, der ein Heer von mehr als 200 000 Mann aufhalten dürfe ... ſie wälzte ſich heran, die türkiſche Sturmfluth, langſam, bedächtig, unaufhaltſam!

Sie wälzte ſich auf Wien, es war kein Zweifel mehr! Und wie kriegsunbereit lag Wien da!

Ein Gürtel von elf ſtattlichen Baſteien und Fronten umgab freilich die alte innere Stadt, aber dicht um dieſelbe lag ein breiterer Gürtel blühender Vorſtädte — unbefeſtigt, unbeſchützt! Die Baſteien waren nicht aufs beſte in baulicher Pflege gehalten; die breiten, tiefen, trockenen Gräben waren nicht überall regulirt; auf den Wällen ſtand kein Geſchütz, lag keine Bettung; der gedeckte Weg war offen, ohne Palliſadirung; die Beſatzung beſtand aus der gewöhnlichen Stadt-Guardia nach der Sitte der Zeit, d. h. einer Anzahl von Berufsſoldaten, die aber keinen andern Beruf hatten und ihrer geringen Kopfzahl wegen auch nichts weiter leiſten konnten, als die täglichen Wachen an den Thoren und an wichtigen Gebäuden zu ſtellen und bei etwaigen Tumulten einzuſchreiten — eigentlich nur Polizeiſoldaten!

Daß unter ſolchen Umſtänden vom 7. bis zum 8. Juli 1683 in dem geängſtigten Wien Schreck und Rathloſigkeit herrſchten, iſt

ſehr begreiflich. Ein großer Theil der Bewohner — die Zahl wird auf 60 000 angegeben — raffte ſeine fahrende Habe zuſammen und flüchtete aus der Stadt, meiſtens nach Weſten und Südweſten, den Schutz von Wald und Berg aufſuchend. Viele ſind da den ſtreifenden Tataren in die Hände gefallen und ihrer Habe, der Freiheit, des Lebens verluſtig gegangen.

Daß auch der Kaiſer mit ſeiner Familie und den oberſten Regierungsbehörden die bedrohte Stadt verließ, war ohne Frage eine politiſche Nothwendigkeit; aber die Bewohnerſchaft ſah darin das äußerſte Kennzeichen der Gefahr, die den Bleibenden bevorſtand.

Wie mag da am frühen Morgen des 8. das Schmettern der kaiſerlichen Trompeten tröſtlich und ermuthigend in die Ohren geklungen haben!

An demſelben Tage kam auch ſchon Nachricht, daß Leslie, der, die Lage richtig würdigend, ohne Befehl abzuwarten aus der Schütt aufgebrochen war, das kaiſerliche Fußvolk heranführe.

An demſelben Tage traf auch der General-Feldzeugmeiſter Graf Rüdiger von Starhemberg ein, der vom Kaiſer zum Kommandanten von Wien beſtimmt war. Sein Ruf als erfahrener, kluger und energiſcher Heerführer, ſeine mannhafte Perſönlichkeit und ſeine Beredſamkeit förderten den Umſchwung der Stimmung in der Stadt. Starhemberg und Liebenberg, der muthige Kommandant und der muthige Bürgermeiſter, beſtärkten, befeuerten die muthigen Bürger, die ja ein gutes Zeugniß für ſich ſchon dadurch abgelegt hatten, daß ſie am vorigen Tage nicht mit den Anderen davongegangen waren; Viele, die nur aus Unſchlüſſigkeit, aus Mangel an Beförderungsmitteln, überhaupt aus kleinlichen Gründen geblieben ſein mochten, rafften ſich jetzt auf und wurden auch gehobenen Muthes.

Alle, die in der Stadt waren: Bürger und Volk, Meiſter und Geſellen, Kaufleute und Studenten, ſelbſt die Mönche in den Klöſtern — konnten ihren guten Willen ſofort mit der That beweiſen. Denn bevor der Feind vor den Thoren erſchien, war noch ſehr viel zu thun; bevor vertheidigt werden konnte, mußte die Feſtung in Vertheidigungszuſtand geſetzt, mußte geſchanzt und gepflanzt werden — Schanzen in die ſchlecht vertheidigten Gräben, das Geſchütz auf die Wälle, Palliſaden in den gedeckten Weg.

So war die nächſte Woche eine arbeitsvolle, dem Empfange des Feindes gewidmete.

Am 14. Juli hatte die Hauptmacht der Türken die Schwechat, den nächſten Donau-Zufluß unterhalb der Stadt, überſchritten und entwickelte ſich nun auf dem zum Lagerplatze auserſehenen Theile des Vorfeldes im Südweſten des Platzes vom Wienfluß bis zum Alſerbache.

An demſelben Tage Abends rückten von Südoſten her die letzten für Wien beſtimmten kaiſerlichen Fußtruppen in den Platz, der nunmehr eine Beſatzung von 10 000 bis 12 000 Mann gewonnen hatte.

Für die nächſten zwei Monate theilt ſich das Intereſſe in das für das außerhalb und das für das innerhalb der belagerten Feſtung Geſchehene; dort das allgemein militäriſch-politiſche, hier das ſpeciell befeſtigungs-kriegsgeſchichtliche.

Da es im Plane dieſer Darſtellung liegt, das letztere vorzugsweiſe zu berückſichtigen, ſo wird es zweckmäßig ſein, das erſtere voraus zu befriedigen; der Zuſtand des Platzes wird ſich lebhafter darſtellen und nachempfinden laſſen, wenn man bereits über das aufgeklärt iſt, was inzwiſchen draußen geſchah, und erkannt hat, warum die Belagerten ſo lange auf Entſatz haben warten müſſen.

7.

Daß es zur Belagerung von Wien kam, hatte nicht verhindert werden können.

Ob die Promenade längs der Donau, 100 Kilometer ſtromab und wieder ſtromauf, nothwendig geweſen iſt oder nicht, mögen die Strategen ausmachen. Sie hatte beide Parteien in Berührungen ohne beſondere Bedeutung gebracht; auch einige Verluſte auf beiden Seiten; beiderſeits nicht empfindliche, jedenfalls für die Türken ganz unmerkliche. Aufgehalten ſind die Türken nicht worden; ſie rückten ſo wie ſo nur langſam vor; der große Troß machte die Hauptmaſſe ſchwer beweglich. Um ſo beweglicher waren die tatariſchen Reiter; ſie waren auch diesmal, was der Volksmund ſie nannte: Renner und Brenner; daran vermochte auch die kaiſerliche Reiterei, ſo tüchtig ſie war, nichts zu ändern.

Taktiſch haben die kaiſerlichen Truppen durch das zehnwöchentliche Vorſpiel des Hin- und Rückmarſches zwiſchen Wien

und Gran unzweifelhaſt gewonnen; es war für alle Betheiligten eine lehrreiche Marſch- und Exercir-Uebung, für Viele bereits eine Kriegserfahrung geworden; Mannſchaft und Führer hatten ſich kennen und einander vertrauen gelernt.

War der Reſidenz des Kaiſers, der Hauptſtadt des Landes, nicht zu erſparen geweſen, daß ſie das Schickſal der Feſtungen erfuhr, ſo war doch alles Sinnen darauf gerichtet, dieſe ſchwere Prüfung ſo kurz wie möglich zu machen; an das Wort „Belagerung“, deſſen Verwirklichung nicht zu verhindern geweſen war, fügte man das Wort „Entſatz“, den man hoffte, bald hoffte, das man dem belagerten Wien ermuthigend zurief, als man ihm nothgedrungen einſtweilen den Rücken wendete und es ſich ſelbſt überließ.

Den Entſatz taktiſch-ſtrategiſch vorzubereiten, Wege und Sammelplätze auszuwählen und vor feindlichen Störungen zu ſichern, war eine der Aufgaben, die dem Herzoge von Lothringen oblagen. Er ſollte aber mit den ihm für Operationen im freien Felde verfügbar gebliebenen recht mäßigen Kräften die Türken nach Möglichkeit überhaupt hindern, ſich im weiteren Umkreiſe im Lande zu verbreiten. Der Kaiſer, der ſich zuerſt nach Linz und dann nach Paſſau (30 Meilen weſtlich von Wien) zurückgezogen hatte, empfahl ihm wiederholt aufs dringendſte den Schutz der „Erblande“. Außerdem ſollte der Herzog aber auch Tököly in Schach halten.

Tökölys Reiter waren für die Orte, wo ſie als Feinde erſchienen, kaum weniger gefürchtete Gäſte als ihre Vettern, die Tataren. Hunnen, Ungarn, Tataren — zu verſchiedenen Zeiten daſſelbe Schrecken und Verderben, das aus Aſien über Oſt- und Mitteleuropa hereingebrochen iſt!

So hatten auch jetzt — wie auf dem rechten Donau-Ufer Oeſterreich und Steiermark von den Tataren, ſo auf dem linken Mähren und Schleſien von den Reitern Tökölys, des „Kuruzen-Königs“, zu fürchten.

Dem Letzteren gegenüber kam es vor Allem darauf an, ihn zu hindern, daß er ſich des wichtigen Donauübergangspunktes Presburg bemächtige.

8.

Bei Presburg treten von beiden Seiten Berge an die Donau und bilden eine Querſcheidewand in dem weiten Thalbecken des Stromes, die einzige zwiſchen Wien und dem türkiſchen Gebiete,

einen Riegel in der Operationslinie der türkiſchen Hauptarmee. Da Raab noch in Feindeshand war, hatte die Etappe Presburg für das türkiſche Heer die größte Wichtigkeit. In Ober-Ungarn auf dem linken Donau-Ufer war Tököly faſt im Beſitz des Landes; wenn er Presburg und den Donauübergang gewann und behauptete, war die Verbindung mit dem türkiſchen Machtbereich auf dem rechten Stromuſer, mit der Nachſchub- und ſchlimmſtenfalls Rückzugslinie der Invaſion ganz ſichergeſtellt.

Tököly hatte 20000 Mann zur Verfügung; darunter 6000 Türken, die der Großweſir hatte zu ihm ſtoßen laſſen. Der kürzere Weg geſtattete ſeinen Truppen, zuerſt in Presburg zu ſein, wo dieſelben übel hauſten. Als der Herzog herangekommen war, konnten ſie dem beſſer geſchulten, wuchtigen Angriffe der Kaiſerlichen nicht widerſtehen. Das „Gefecht bei Presburg“ am 29. Juli war ein ſo entſchiedener Sieg der kaiſerlichen Waffen, daß die Streitmacht Tökölys, völlig zerſprengt, fürs Erſte nicht ferner zu fürchten war.

Seinen Vortheil zu verfolgen, Presburg feſt und ſtark beſetzt zu halten, verſagte ſich der Herzog in weiſer Abwägung aller Aufgaben, die ihm oblagen, und der Mittel, die ihm zu Gebote ſtanden. Er begnügte ſich, die Bürger, die ſich ſchwankend benommen, ja zum Theil Tököly zugeneigt hatten, durch ſtrenges Auftreten und Drohen einzuſchüchtern, und ihnen das Verſprechen abzunehmen, daß ſie eintretendenfalls treuer zum Kaiſer ſtehen wollten.

Schon am 30. Juli trat der Herzog ſeinen Rückmarſch von Presburg an und nahm Stellung bei Angern und Stillfried an der March, 30 km nördlich der Donau, 50 km nordöſtlich von Wien. Er konnte von hier aus gleich ſchnell ſich wieder nach Presburg oder nach Wien wenden, deckte Mähren, und hatte ſich Schleſien genähert, von woher die erſehnte polniſche Hilfe kommen ſollte.

Bei ſeinem Abmarſche gegen Presburg hatte der Herzog bei Wien auf dem linken (mähriſchen) Ufer der Donau eine Abtheilung zurückgelaſſen, der es einſtweilen noch immer gelang, die von unterſtrom her (bei Ebersdorf und Schwechat) überſetzenden und fouragirend ſtreifenden Türken an der dauernden Beſitznahme dieſes Ufers zu hindern. Auf der Tabor-Au, zwiſchen den Donau-Armen, waren die Türken Herren. Eingeſchloſſen war alſo Wien, aber der Einſchließungsring war auf der mähriſchen Seite ſehr ſchmal.

9.

Wir haben bereits erwähnt, daß inzwiſchen der Reichstag (der ſeit 1663 nicht mehr zeitweiſe und ortswechſelnd, und unter Vorſitz des Kaiſers, ſondern in Regensburg in Permanenz tagte) berieth. Daß das Reich bei drohender Türkengefahr eine Streitmacht aufzuſtellen verpflichtet ſei, ſtand im Prinzip durch Reichsgeſetz feſt; aber die näheren Beſtimmungen, der Antheil der einzelnen Stände, waren im gegebenen Falle erſt durch Vereinbarung feſtzuſtellen. Des Kaiſers Macht und Anſehn im heiligen römiſchen Reich waren ja leider im Fluſſe der Zeiten mehr und mehr zu einer politiſchen Fiction verblaßt; mit den Großen und Mächtigen, die längſt nicht mehr ſeine Vaſallen waren, mußte der Kaiſer paktiren wie mit fremden Souveränen.

Der Kurfürſt von Bayern, der freilich als nächſter Nachbar das meiſte Intereſſe hatte, den Brand löſchen zu helfen, den der Erbfeind gelegt hatte, verpflichtete ſich zuerſt und ohne den Reichsbeſchluß abzuwarten durch beſondere „Capitulation" zur Hilfsleiſtung mit 4800 Mann und 3400 Reitern (unter Kommando des bayeriſchen Generalfeldmarſchall-Lieutenants v. Degenfeld). Es gab noch langes und ſchwieriges Unterhandeln und Feilſchen über Verpflegungs- und Kommando-Verhältniſſe, und Mitte Auguſt kam heran, bis die bayeriſche Hilfe bei Krems an der Donau, 60 km oberhalb Wien — gleichwohl die erſte —, eingetroffen war.

Den Bayern folgten bald die ſalzburgiſch-württembergiſch-fränkiſchen Hilfsvölker, 7000 Mann und 2000 Reiter, unter dem Reichs-Feldmarſchall Fürſten von Waldeck.

Den dritten Succurs führte der Kurfürſt von Sachſen perſönlich herzu, gleichfalls 7000 Mann und 2000 Reiter. Er traf am 3. September bei Meiſſau, 27 km nordöſtlich von Krems, ein.

10.

Dies war die Hilfe vom Reiche.

Kur-Brandenburg fehlt in der Liſte.

Dieſe Negativanzeige kleidet die Schrift „Das Kriegsjahr 1683" in Worte, die wir im Munde des öſterreichiſchen Patrioten erklärlich finden. Wir wollen dem Verfaſſer auch zugeſtehn, daß er ſeinen Empfindungen maßvoll Ausdruck gegeben hat. Aber zu kurz, und deshalb nicht ſo aufklärend, wie der preußiſche Be-

richterſtatter es wünſchen muß. Im Uebrigen durch Plan und Zweck der vorliegenden Darſtellung genöthigt, uns ungleich kürzer zu faſſen als das genannte Generalſtabswerk über 1683, müſſen wir bei Kur-Brandenburg und ſeiner Nichtkonkurrenz mit Kur-Bayern und Kur-Sachſen etwas eingehender uns nach den Beweggründen umſehen.

Wir haben vorhin mit einem gelegentlichen Seitenblicke die Thatſache geſtreift, daß des Kaiſers Macht und Anſehn im Reiche nur noch ein Schatten war.

In Frankreich hatte die Monarchie geſiegt, ſie triumphirte augenblicklich als der unbeſchränkte in Ludwig XIV. incarnirte Despotismus. In Deutſchland hatten die Organe zweiter Ordnung, die großen Territorialherren, geſiegt; das „Reich“ war ein Konglomerat von Monarchien, von bedrohlich großen bis herab zu karrikaturenhaft kleinen. So war der Gang der Geſchichte. Was Deutſchland darunter zu leiden gehabt, hatten die Lebenden der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts erfahren, haben ihre Nachkommen gleichfalls erfahren. Die Leiter der deutſchen Geſchicke blieben doch, die ſie waren; die Reichsidee war ein Schatten; alle Worte, die mit „Reich“ zuſammengeſetzt waren: Reichstag, Reichskammergericht, Reichstruppen — bekamen mehr und mehr einen geradezu lächerlichen Beigeſchmack.

Wer wollte von den Kaiſern aus dem Hauſe Habsburg verlangen, daß ſie allein hätten Idealiſten ſein und nur für die Reichsidee ſchwärmen ſollen, wo die Kurfürſten nach Macht- und Landgewinn ſtrebten. Auch die Kaiſer thaten was ſehr erklärlich, ſie ſorgten für ſich und ihre Hausmacht.

So floß damals der Strom der Geſchichte; wer gegen ihn hätte ſchwimmen wollen, wäre ein unpolitiſcher Kopf, ein unpraktiſcher Schwärmer geweſen.

Kur-Bayern und Kur-Sachſen hatten ſchon lange, als Freund wie als Feind, nahezu ebenbürtig neben dem Kaiſer geſtanden und auf dem Fuße der Gleichheit mit ihm verhandelt; ſie waren mächtige Territorialherren, wie er es war durch die öſterreichiſchen Erblande; nur den Titel hatte er vor ihnen voraus.

In dem Jahre, wo es ſich um die Bedrängniß und Rettung der Hauptſtadt von Oeſterreich handelte, regierte Kurfürſt Friedrich Wilhelm von Brandenburg bereits ſeit 43 Jahren. Obwohl bei ſeinem Regierungsantritte erſt 20 Jahre alt, hatte er genug geſehen

und ſah augenblicklich noch, wohin eine ſchwache Regierung und der Mangel an einer eignen Kriegsmacht das arme Land gebracht hatten. Sein Vater war in ſeinen politiſchen Anſchauungen ſchwankend und unbeſtändig geweſen, und hatte es mit allen Parteien verdorben; 21 Jahre des dreißigjährigen Krieges hatte er nach einander die Truppen aller Kriegführenden die Mark verwüſten laſſen; dem Kaiſer gegenüber hatte er nichts erreicht, als daß dieſer nichtachtend ihn als keinen politiſchen Factor anſah, mit dem man rechnen müſſe.

Friedrich Wilhelm hatte viel aufzurichten. Glücklicherweiſe war er die geeignete Perſönlichkeit dafür. Er war Organiſator, Heerführer, Politiker. Er hatte die Folgen der Rolle vor Augen, die Brandenburg im dreißigjährigen Kriege geſpielt hatte; er mußte ein Heer ſchaffen, ſein Land vergrößern, Hilfe und Anlehnung ſuchen, wo er ſie fand. Unter ſeinem Vater war durch den Miniſter Schwarzenberg das Intereſſe — nicht des deutſchen Kaiſers, ſondern Oeſterreichs ſtärker gewahrt worden, als billig und zeitgemäß war. Friedrich Wilhelm hatte um ſo mehr Berechtigung, nach Selbſtſtändigkeit zu ſtreben, als er durch die Erwerbung von Preußen, das nicht zum deutſchen Reiche gehörte, über den Reichsfürſten hinaus zum europäiſchen Regenten erwachſen war.

Den für die europäiſche Machtſtellung von Brandenburg ſo überaus bedeutſamen Beſitz des Herzogthums Preußen von dem Bande der Lehnsherrlichkeit zu befreien und die volle Souveränität zu erringen, war eine unerläßliche Aufgabe. Wenn der Kurfürſt — hauptſächlich um dieſes Zweckes willen — erſt (gezwungen) mit Schweden gegen Polen und dann mit Polen (nebſt dem Kaiſer und Dänemark) gegen Schweden verbündet war, ſo iſt das freilich eine That der Intereſſen-Politik; aber welche Politik wäre keine Intereſſen-Politik? Wer Gefühls-Politik treibt, pflegt den Schaden zu haben und darf für den Spott nicht ſorgen.

Des Kurfürſten Stellung war eine überaus ſchwierige. Durch Preußen, welches er unter läſtigen Bedingungen beſaß und frei zu beſitzen trachten mußte, zugleich durch Pommern, an das er Erbanſprüche hatte, die nicht reſpektirt wurden, war er zu Konflikten mit Schweden gedrängt; durch den Landbeſitz aus der Kleveſchen Erbſchaft wurde er in die Händel zwiſchen Frankreich und den

Niederlanden gezogen; Schweden und Frankreich aber waren eng verbunden und arbeiteten ſich trefflich in die Hände.

Viel gefährlicher noch als für Oeſterreich Frankreich und die Türken, waren für Brandenburg-Preußen Frankreich und die Schweden.

Wenn wir in dem vielverſchlungenen Gewebe der damaligen europäiſchen Politik den Beziehungen des Großen Kurfürſten zum Kaiſer nachgehen, ſo ſtoßen wir in den erſten Jahren ſeiner Regierung auf die Ueberlaſſung der Reiterei, die er von ſeinem Vater überkommen hatte. Dieſe ſchwache brandenburgiſche Kriegsmacht hatte unter der Regierung ſeines Vaters oder vielmehr des Miniſters Schwarzenberg im Jahre 1637 neben dem Kurfürſten dem Kaiſer den Eid der Treue geſchworen. Dies war ein zweideutiges Verhältniß, das der Kurfürſt löſte.

Von 1657—60 gehörten Kurfürſt wie Kaiſer dem Bündniſſe gegen Schweden an.

1663 ſandte der Kurfürſt 2000 Mann zu Hilfe im Türkenkriege, den Leopold damals führte und durch den Waffenſtillſtand von Vasvár beſchloß.

1672, nachdem die alleinſtehenden Niederlande von Ludwig XIV. ſchwer geſchädigt waren, und deſſen wachſende Macht auch ſeine anderen öſtlichen Nachbarn bedrohte, betrieb der Kurfürſt, in richtiger Würdigung der Lage, die Vereinigung der Nächſtbetheiligten (des Kaiſers, Dänemarks, Heſſen-Kaſſels und anderer deutſcher Fürſten) mit den Niederlanden. Dieſer Bund ſtand aber auf ſehr ſchwachen Füßen. Fürſt Lobkowitz, der thatſächliche Leiter der öſterreichiſchen Politik, iſt nachmals von ſeinen Feinden am Hofe geradezu der Verrätherei und des Beſtochenſeins durch Ludwig XIV. beſchuldigt worden. Damit wird man ihm Unrecht gethan haben; er war aber jedenfalls ein kluger Staatsmann, der den Charakter ſeines Kaiſers und die Zerfahrenheit des Reiches zu richtig erkannt hatte, als daß er von der offenen Feindſchaft mit Ludwig ſich viel Gutes hätte verſprechen können. Seinem Einfluſſe iſt es jedenfalls zuzuſchreiben, daß die öſterreichiſchen Heerführer den Krieg von 1673 am Rhein ſehr lau führten und das deutſche Land zu beiden Seiten der Verwüſtung durch die franzöſiſchen Truppen preisgaben. Dies traf auch die weſtfäliſchen Provinzen des Kurfürſten von Brandenburg. Man kann unter dieſen Umſtänden es nur natürlich

finden, daß er von einer Verbindung zurücktrat, die der Bundesgenoſſe ſo wenig ernſt genommen hat.

Friedrich Wilhelm ſchloß im Juni 1673 den Vertrag von **Voſſem**, durch den er ſich verbindlich machte, fernerhin Frankreich gegenüber Neutralität zu wahren, ſich aber ausdrücklich für den Fall des Angriffs auf das deutſche Reich ſeine freie Entſchließung vorbehielt.

Schon 1674 wurde der Kurfürſt genöthigt, von dieſem Vorbehalt Gebrauch zu machen und als Reichsfürſt am Reichskriege gegen Frankreich theilzunehmen.

Lobkowitz war jetzt geſtürzt; gleichwohl herrſchten nach wie vor zwiſchen den Verbündeten (Kaiſer und Reich, Holland und Spanien) Lauigkeit, Eigenſucht, Neid und Intriguen. Mehrfache Zuſammenſtöße, in denen ſcharf und von deutſcher Seite tapfer gekämpft wurde, hatten ſchließlich keinen anderen Erfolg, als daß die am Oberrhein zu gemeinſchaftlicher Operation beſtimmten Glieder des Bundes — der Kurfürſt und Bournonville, der Führer der Kaiſerlichen und Reichstruppen — ſich entzweiten und im Januar 1675 über den Rhein zurückgingen; der Kurfürſt nach Franken in die Winterquartiere. Hier ſtörten ihn die Schweden auf, die ihm Ludwig in den Rücken gehetzt hatte. Das dringendſte Gebot der Selbſterhaltung zwang ihn, ſeine fernere Mitwirkung auf dem weſtlichen Kriegsſchauplatze einzuſtellen und ſeine ungetheilte Aufmerkſamkeit dem nördlichen Feinde zuzuwenden.

Dies beſchäftigte ihn vollauf während der nächſten vier Jahre.

Inzwiſchen ging der Krieg am Rhein ſeinen Gang. Weniger die Kriegskunſt als die Diplomatie ließen die Einheit des franzöſiſchen Intereſſes über die ſchlecht gekittete Dreiheit ſeiner Gegner triumphiren; zwiſchen Auguſt 1678 und Februar 1679 ſchloſſen vereinzelt und ſelbſtſüchtig erſt Holland, dann Spanien, dann der Kaiſer zu Nimwegen Frieden. Für den Abweſenden — ſo wohlentſchuldigt ſeine Abweſenheit auch war — hatte ſich Keiner intereſſirt, insbeſondere der Kaiſer nicht. So mußte der Kurfürſt von Brandenburg, der Vierte des jetzt aufgelöſten Bundes, im Juni 1679 in den Ergänzungsfrieden von St. Germain en Laye willigen, dem zufolge er alle ſeine mühſam errungenen Vortheile, Schweden gegenüber, herausgeben mußte. Er erhielt nur 300 000 Kronenthaler Entſchädigung von Frankreich und die wenigen Oerter und Zölle, welche Schweden ſeit dem weſtfäliſchen

Frieden in Hinterpommern (öſtlich der Oder) beſeſſen hatte. Ganz Vorpommern (weſtlich der Oder) nebſt der Inſel Rügen und der einzige damals ſchiffbare Mündungsarm der Oder, die Peene, waren wieder ſchwediſch! Dieſer Beſitz der zur Zeit werthvollſten Küſtenſtrecke der Oſtſee in der Hand einer fremden Macht, das köſtliche Erbe des großen Guſtav Adolf (der neben ſeiner Glaubensſtreiterſchaft vortrefflich Intereſſen-Politik zu treiben verſtanden hatte), war eine große Gefahr und eine Schmach — nicht nur für Kur-Brandenburg, ſondern für das Deutſche Reich.

Es mag erklärlich ſein, daß Leopold vor Allem für ſein Oeſterreich ſorgte; aber eben ſo erklärlich iſt es, daß Friedrich Wilhelm die Empfindung hatte, Jener habe darüber den deutſchen Kaiſer zu ſehr vergeſſen!

Es kann nicht geleugnet werden, der Große Kurfürſt war ein Politiker im Stile ſeiner Zeit; man kann gegen ihn die Verträge von Labiau, von Wehlau, von Boſſem geltend machen, wo er das eigne Staatsintereſſe wahrgenommen und über das Zurücktreten von nutzlos oder ſchädlich gewordenen Bündniſſen nicht rigoroſer gedacht hatte, als alle ſeine Zeitgenoſſen; aber man kann ihm auch nachfühlen und ſich erklären, daß er empfunden hat: ſo im Stich gelaſſen wie er, ſei Keiner — als er den Frieden von St. Germain en Laye unterzeichnen mußte. Damals hat er die Worte citirt, die Virgil der Dido in den Mund legt: „Einſt erſteht aus meiner Aſche ein Rächer!“ und zum Texte der Friedenspredigt den Ausſpruch des Pſalmiſten gewählt: „Es iſt gut auf den Herrn vertrauen und ſich nicht verlaſſen auf Fürſten“.

An den Frieden von Nimwegen ſchloſſen ſich, wie bekannt, neue Gewaltthätigkeiten Ludwigs XIV., deren wir im Eingange ſchon gedacht haben.

Der Prinz von Oranien brachte endlich einen neuen Bund zwiſchen den Generalſtaaten und Schweden zu Stande, dem ſich der Kaiſer und die großen deutſchen Reichsfürſten anſchloſſen; der Große Kurfürſt lehnte den Beitritt entſchieden ab. Von ſeinen früheren Bundesgenoſſen verlaſſen, hatte er ſich zu dem Frieden von St. Germain en Laye verſtehen müſſen; jetzt hielt er dafür an deſſen Stipulationen feſt und bemühte ſich um friedliche Beilegung des Streites zwiſchen dem deutſchen Reiche und Frankreich. Vor-

ausgreifend ſei daran erinnert, daß dieſe Vermittelung 1684 zu einem 20jährigen Waffenſtillſtande geführt hat.

Es ſei ferner daran erinnert, daß nach dem Entſatze von Wien während der Verfolgung des weichenden Feindes ein brandenburgiſcher Succurs von 2000 Mann dem Herzoge von Lothringen zugeführt worden iſt, und daß 1686 an der Erſtürmung von Ofen 8000 Brandenburger mit Auszeichnung theilgenommen haben.

Im Frühjahr 1683 waltete allerdings bei dem Kurfürſten die Verſtimmung gegen Leopold vor; darüber, ob ſie begründet war oder nicht, werden die Geſchichtſchreiber hüben und drüben verſchiedener Anſicht ſein.

Die Aufforderung, gleich den anderen Reichsfürſten Hilfe gegen die Türken zu ſchicken, beantwortete der Kurfürſt von Brandenburg Ende Juli 1683 dahin, daß er bei dem gegenwärtigen Verhältniſſe des deutſchen Reiches zu Frankreich nicht viel Volk entbehren könne; er müſſe erſt für Rettung und Sicherheit im eignen Hauſe ſorgen. Falls man mit Frankreich in Ordnung komme, wolle er 15000 bis 20000 Mann alter Regimenter zu Hilfe ſenden.

Die Verhandlungen kamen nicht mehr zum Abſchluß.

So iſt es gekommen, daß die preußiſche Armee nicht, gleich der bayeriſchen und ſächſiſchen, den Kampf um Wien als eigne rühmliche Kriegs-Erinnerung hat verzeichnen können.

11.

Gleichzeitig mit den Sachſen traf der polniſche Zuzug — 10000 Mann und 14000 Reiter — bei Tulln, 25 km oberhalb Wien an der Donau, ein.

Um dieſelbe Zeit, wo die Türken vor Wien eintrafen, traten die Polen von Warſchau aus ihren Marſch an. Sehr früh war das nicht, denn ſchon im Januar hatte die türkiſche Regierung durch die übliche Formalität — das Ausſtecken der Roßſchweife vor dem kaiſerlichen Palaſte zu Adrianopel gegen Ungarn hin — den Krieg erklärt, und alsbald waren öſterreichiſcherſeits die Unterhandlungen über den Abſchluß von Bündniſſen eröffnet worden. Man hatte alſo in Warſchau ein halbes Jahr zur Entſchließung gebraucht.

Die polniſchen Truppen hatten etwa 80 Meilen zurückzulegen und haben dazu etwa 50 Tage gebraucht.

Man ſieht — das Herbeieilen des Polenkönigs zur Rettung Wiens iſt nicht zu wörtlich zu nehmen.

12.

Wenden wir uns nunmehr zur Belagerung von Wien. Wir müſſen zunächſt die Feſtung als ſolche kennen lernen. Die zur Zeit vorhandene Befeſtigung war unter dem Eindrucke des Schreckens in Angriff genommen worden, den die türkiſche Belagerung durch Sultan Suleiman II. im Jahre 1529 erzeugt hatte. Der Platz mit ſeiner veralteten Mauerbefeſtigung mußte nothwendig erneuert werden. Die neue Umwallung wurde — wegen zeitweiligen Geldmangels — ſehr ruckweiſe, mit langen Unterbrechungen hergeſtellt; der Anfang war 1540 gemacht worden, der Schluß erſt 1670 erfolgt.

Fig. 1 der beiliegenden Zeichnung giebt ein genügendes Geſammtbild der Lage, das mit wenigen Worten zu vervollſtändigen iſt.

Die Hauptmaſſe des Donauwaſſers floß damals durch den öſtlichen (mähriſchen) Arm, fern von der Stadt. Dieſer Arm mit ſeinen Spaltungen und Serpentinen iſt gegenwärtig durch die im letzten Jahrzehnt zur Vollendung gekommenen geradlegenden Durchſtiche gänzlich verwandelt.

Ein viel ſchmalerer Arm — etwa 12 km lang und von dem mähriſchen bis zu 4 km ſich entfernend — beſteht heut wie damals, nur durch Uferbekleidung, Verkehrsanſtalten und dergl. moderniſirt. Wahrſcheinlich weil die Hydrotechnik viel für denſelben gethan, heißt dieſer urſprünglich natürliche Stromarm jetzt Donau-Kanal. In dieſen fließt der Wienfluß. Im Winkel zwiſchen dem rechten Ufer des Kanals und dem linken des Wienfluſſes liegt der Kern der Stadt. Nördlich vom Wienfluſſe, die Stadt durchſchneidend (jetzt überwölbt), fließt der Alſerbach nebſt dem von Ottakring kommenden in den Kanal. Ein Gürtel von Vorſtädten, durch die genannten Zuflüſſe in Gruppen geſondert, umkränzt die innere Stadt im Süden, Weſten und Norden; in der Belagerung von 1683 am wichtigſten ſind die weſtlichen: St. Ulrich und Leimgruben.

Die von den Donauarmen umſchloſſene Inſel heißt die Tabor-Au; ihr ſüdliches Ende iſt der Prater, ihr nördliches die Brigitten-Au; in der Mitte, der Altſtadt gegenüber, liegt die Vorſtadt Leopoldſtadt. Die Verbindung mit dem Marchfelde und Mähren

war durch feſte Brücken über die Donauarme hergeſtellt. Befeſtigt war nur die Altſtadt; die Gärten der Vorſtädte reichten bis an das Glacis.

Die dermalige Befeſtigung war von Italienern und in der italieniſchen Schule gebildeten Deutſchen gebaut. Den fortifikatoriſchen Stil der Werke charakteriſirt ausreichend die in Fig. 2 dargeſtellte Angriffsfront.

Am Donau-Kanal lagen zwei, längs der Wien drei Fronten mit Waſſergraben. Die außerdem vorhandenen ſechs Landfronten hatten einen trocknen Graben, von welchem berichtet wird, er habe können durch die Bäche (von Hernals und Ottakring) verſumpft werden. Ob dieſe Mittheilung irrthümlich, oder ob die Gelegenheit nur nicht ausgenutzt worden iſt, können wir nicht entſcheiden; thatſächlich hat der Graben in der Belagerung keine andere Rolle geſpielt als die des trocknen.

Die Fronten hatten kleine Ravelins und einen einfachen gedeckten Weg mit eingehenden Waffenplätzen; in oder hinter den meiſten Baſtionen lagen Kavaliere.

Die faſt genau nach Weſten ſehende Front wurde Angriffsfront. Die Namen der einzelnen Werke dieſer, ſowie der Kollateralfronten ſind aus Fig. 2 zu erſehen. Die gebräuchlichſte Bezeichnung der Baſtione war damals „Paſtey“.

Der Abſtand der Baſtionsſpitzen der Angriffsfront ſcheint rund 500 m, die Länge ihrer Defenslinien (Abſtand der Flanke von der Spitze des flankirten Baſtions) 400 m betragen zu haben.*) Die Facengräben mögen 50 bis 60 m breit geweſen ſein.

Für den Aufzug (das Relief) ergeben ſich aus den erhaltenen Darſtellungen folgende Maße:

Der gedeckte Weg im natürlichen Terrain; die Glaciscrête 2,5 m darüber; die Kurtinen-Feuerlinie reichlich 6 m über, die

*) Die Maße ſind von dem Plane entnommen, den Anguiſſola und Camucci nach der Belagerung angefertigt haben und den „Das Kriegsjahr 1683“ reproducirt. Die Maße ſind ſehr groß. Dem franzöſiſchen Canon gemäß iſt in „Groß-Royal“, d. h. in maximo, die äußere Polygonſeite = 200 Toiſen = 390 m. Nach dem Plane, den Herlin in ſeiner Geſammtausgabe der Rimplerſchen Schriften mittheilt, würde die Polygonſeite ſogar rund 600 m gemeſſen haben. Die Pläne ſcheinen in Bezug auf Genauigkeit der Abmeſſungen wenig Vertrauen zu verdienen.

Grabenſohle eben ſo viel unter dem Horizont; das Ravelin etwas niedriger als die Kurtine.

In der Angriffsfront trafen eine der früheſten und eine der ſpäteſten Ausführungen zuſammen: die Löbl-Baſtei von 1547 und die Burg-Baſtei von 1659.

Die Planſkizze Fig. 2 zeigt (in ſchmaleren Linien) vor der Kurtine zwiſchen Löbl- und Melker-Baſtei eine Grabenſcheere, vor den beiden anderen Kurtinen Fragmente einer ſolchen. Es ſind dies Unterwälle, die erſt bei der Armirung hergeſtellt worden ſind; von denſelben wird die Bezeichnung „coffres“ gebraucht. „Caponnieren“, in Form kleiner ſtumpfer Fleſchen, zeigt der alte Plan zwiſchen den Kehlpunkten der Ravelins und den Schulterpunkten der Baſtione. Es ſcheinen deren nur 4 angelegt geweſen zu ſein, was darauf hinweiſt, daß ſie erſt zur Ausführung gekommen ſind, als die Angriffsfront gewählt war. Die zwiſchen Burg-Ravelin und Löbl-Baſtei gehörige iſt im Plane nicht mehr erkennbar; ſie iſt unter den türkiſchen Grabenübergängen verſchwunden. Man hat ſich dieſe Caponnieren als Hohlbauten mit Palliſadenwänden zu denken. Einfache Palliſadirungen mit Pforten bildeten die Anſchlüſſe an die Bekleidungsmauern der Werke. Die Zugänge zu den Ravelins waren durch Doppel-Palliſadirungen geſichert.

Die eben geſchilderten Armirungsarbeiten im Graben waren für die Vertheidigung von großer Wichtigkeit. Die Beherrſchung des Grabens war durch die permanenten Theile der Befeſtigung nur wenig begünſtigt; Beſtreichung gewährten nur die zweiſtufigen kaſemattirten Flanken mit wenig Geſchütz in engen Geſichtsfeldern; das Feuer der hohen Linien reichte nicht bis auf die Sohle. Da der Angreifer perſönlich an die Escarpen herankommen mußte, indem er nicht durch Geſchütz, ſondern durch den Mineur Breſche zu legen vorhatte, ſo bedurfte er der Einnahme, Feſtſetzung, Logirung und Behauptung auf der Grabenſohle. Darin konnte ihn der Vertheidiger nur durch häufige, nicht lange vorbereitete, ſondern die Gunſt des Augenblicks ausnutzende Ausfälle aufhalten und ſtören, und ſolche ließen ſich wieder nur aus ſicheren Verſtecken in nächſter Nähe ins Werk ſetzen.

Wer Wien vor 20 Jahren gekannt und etwa ſeinen damaligen Bädeker noch aufbewahrt hat, wird ſich der hohen Baſteien mit ihren ſchönen An- und Ausſichten erinnern, aber vergeblich in ſeiner Erinnerung oder ſeinem Orientirungsplane die Angriffsfront von

1683 ſuchen. Die Löbl-Baſtei bis zum linken und die Kärnthner (Karner-, auch Auguſtiner-) Baſtei bis zum rechten Schulterpunkte waren damals noch die alten Bauwerke; von den genannten Punkten aus machte der Wall, in drei Linien gebrochen — in der mittleren das neue Burgthor — eine weit ausgreifende Ausbiegung auswärts, deren inneren Raum ausfüllend, links (ſüdlich) der Hofgarten, an die Burg anſchließend, rechts der Volksgarten gelegen war. Letzterer nimmt einen großen Theil des damaligen Angriffsfeldes ein; hier lag das denkwürdige Burg-Ravelin; auf dem Mittelwege, der von der Burg zum neuen Burgthor führte, die Burg-Baſtei.

Die bezeichnete Umgeſtaltung des alten Kampfplatzes war eine Erinnerung an die napoleoniſche Zeit: 1809 hatten die Franzoſen die Burg-Baſtei geſprengt; ihr Kavalier „der Spanier" — ein Ueberbleibſel aus der Befeſtigung vor derjenigen des 16. und 17. Jahrhunderts — war ſchon 1805 abgebrochen worden. Erſt um 1820 wurden die Trümmer der alten Fronten aufgeräumt, Hofgarten, Volksgarten und neues Burgthor hergeſtellt.

Außer ihrem Hauptangriffe gegen die Burg-Löbl-Front führten die Türken einen Nebenangriff auf die diametral entgegengeſetzte, am Donau-Kanal gelegene Waſſerfront, gewöhnlich „das Gonzaga-Werk" genannt. Hinter dieſem lag noch alte Ringmauer mit dem „rothen Thurm" zur Deckung der über den Donauarm auf die Tabor-Au (direkt in die Leopoldſtadt) führenden „Schlagbrücke" („Schlag" in der Bedeutung von Schlagbaum, Sperre), die ziemlich genau an der Stelle der heutigen Ferdinandsbrücke gelegen hat.

Dieſer Nebenangriff war nicht ungefährlich, denn zunächſt ſchädigte und beunruhigte das feindliche Geſchütz von hier aus den nordöſtlichen Theil der Stadt, in welchem die Hauptkirche derſelben, der als Baudenkmal berühmte Dom zu St. Stephan, und — an der nördlichen Enceinte — das Zeughaus lagen; er beſchäftigte demnächſt die angrenzenden Werke: Waſſer-Schanzl, Biber-Baſtei, Dominikaner- (auch Prediger- oder Hollerſtauden-) Baſtei bis zum Stubenthor, das zu einer Brücke über die Wien und in die jenſeits gelegene ſüdöſtliche Vorſtadt „Landſtraße" führte.

Da der Donauarm bei niedrigem Sommerwaſſer nicht die militäriſche Waſſertiefe hatte, ſo waren die Nebenangriffs-Fronten nicht einmal abſolut unzugänglich.

Digitized by Google

Obwohl thatſächlich die Türken auf dieſer Seite keine ernſteren Verſuche gemacht haben, ſo mußte doch die Beſatzung unausgeſetzt darauf gefaßt ſein; ihre Sorge, Wachſamkeit und auch die militäriſche Action, beſonders diejenige der Artillerie, erfuhr dadurch immerhin fühlbare Ablenkung und Zerſplitterung.

Nachdem wir das fortifikatoriſche Charakterbild der Feſtung ſkizzirt haben, werden einige Angaben über das Perſonal angemeſſen erſcheinen, das berufen war, den todten Widerſtand der Werke zu beleben.

13.

Der Kaiſer hatte zur Verwaltung der vorausſichtlich demnächſt auf ſich ſelbſt angewieſenen Stadt eine Commiſſion „geheimes Collegium" ernannt und mit den höchſten Regierungs-Vollmachten ausgeſtattet. Deren Präſident war ein böhmiſcher Graf, Kapliers, zur Zeit bereits 72jährig und mit dem höchſten militäriſchen Range in Ruheſtand getreten. Obwohl er ſelbſt, ſeines Alters wegen, an ſeiner Tauglichkeit gezweifelt, hatte er doch, dem Zutrauen des Kaiſers nachgebend, deſſen Vertretung übernommen und hat ſodann ſeine wichtige Stellung aufs beſte gewahrt. Es wird ſeiner hier hauptſächlich deshalb gedacht, weil er mehreremals den durch Verwundungen und Ruhranfälle behinderten Kommandanten mit Friſche, Energie und militäriſcher Umſicht vertreten hat.

Der Kommandant Graf Starhemberg, zur Zeit 45 Jahre alt, hatte ſchon 19 Jahre zuvor bei St. Gotthardt in Ungarn unter Montecuculi die Türken beſiegen helfen. Er war ſeit 1680 Kommandant von Wien und Oberſt der Stadt-Guardia; im laufenden Jahre mit der Armee ins Feld gerückt, war er anfänglich zur Vertheidigung von Raab beſtimmt, nun aber, als Wien bedroht war, hierher zurückberufen worden.

Mit dem Kommandanten Hand in Hand wirkte der Bürgermeiſter und kaiſerliche Rath Andreas von Liebenberg. Deſſen Thatkraft und Hingebung war hauptſächlich die kriegeriſche Theilnahme der Bürger und Einwohner an der Vertheidigung und die Unterſtützung durch Arbeitsleiſtungen zur Verſtärkung und Ausrüſtung der Werke zu danken.

Rühmend erwähnt wird der Biſchof Kollonits, ein ehemaliger Malteſer-Ritter und Vertheidiger von Kandia, der freiwillig in Wien verweilte; er leitete alle Beſtrebungen, die auf

Milderung der Belagerungsnoth zielten — Austheilung der Lebensmittel, Feuerlöſchweſen, Krankenpflege.

Die Feſtungs-Artillerie ſtand unter dem Stuck-Oberſt Chriſtoph von Börner.*) Dieſen nannte — zwanzig Jahre ſpäter — Prinz Eugen ſeinen „braven Konſtabler", der die öſterreichiſche Artillerie zur beſten der Welt gemacht habe.

Bei der Artillerie zeichnete ſich außerdem der Oberſtlieutenant Gſchwind von Pöckenſtein aus, der ſich jederzeit auf den gefährlichſten Punkten einfand; gegen Ende der Belagerung wurde er ſchwer verwundet.

Die Artillerie hatte viele Verluſte. Die bürgerlichen Konſtabler traten in die Lücken und haben ſehr gute Dienſte geleiſtet.

Der Chef des Ingenieurweſens war Georg Rimpler; der nächſtälteſte Elias Kühn. Außerdem finden ſich — ohne Angabe beſonderer Leiſtungen — die Namen Hauptmann Zimmermann und Leonhard Behr. Bedeutender ſind die Namen Anguiſſola und Camucci (als Aufnehmer des Angriffsplanes) und Suttinger, der Schüler, Freund und nachherige literariſche Kämpe Rimplers.

Eine Anzahl von Beamten und höheren Offizieren im Ruheſtande war freiwillig nach Wien gekommen, um ihre Dienſte der Vertheidigung anzubieten. Darunter wird ein alter Oberſt Cornelius von Rümlingen als nützlicher Rathgeber Starhembergs genannt.

Die Beſatzung beſtand aus 73 Kompagnien, zuſammen 10 603 Mann und 600 Küraſſieren.

Außerdem war eine Bürger-Miliz freiwillig zuſammengetreten. Dieſelbe beſtand aus etwa 20 Kompagnien, in denen ſich Männer gleicher Beſchäftigung und Lebensſtellung oder auch die Nachbarn des gleichen Stadtbezirks zuſammenfanden. So die Gaſtwirthe, die Fleiſcher, Bäcker, Schuhmacher, Brauknechte, die Kaufleute und Großhändler, Hofbedienſtete, Studenten; aus den Gewerken die „ledigen Purſche". Dieſe Kompagnien erhielten be-

*) Die oben citirten „Gedenkblätter ꝛc." nennen ihn Werner. Es wird dort geſagt, dieſer brave Offizier habe ſich, als die Türken bereits vor Wien lagerten, mit großer Gefahr durchgeſchlichen, um den bedrängten Platz vertheidigen zu helfen.

ſtimmte Bezirke des Platzes, Thore und Werke zur Vertheidigung angewieſen.

Die Geſammtzahl der ſtreitbaren Vertheidiger kann zu rund 16 000 Mann*) angenommen werden.

Es wurden aus dem kaiſerlichen Zeughauſe 262 und aus dem bürgerlichen 50 Geſchütze aufgeſtellt.

Zu den umfangreichen Armirungsarbeiten ſtellte die Stadt von Anfang an täglich 1000 Arbeiter. In der erſten Friſche der Begeiſterung griff Alles mit an, auch Weiber und Kinder. In den ſpäteren Stadien, wo das feindliche Feuer auszuhalten war, wo die Ruhr arg in der Stadt hauſte, iſt es bisweilen recht ſchwierig geweſen, die erforderlichen Arbeitskräfte beizutreiben.

14.

Die erſten Reiterſchwärme des Feindes wurden am 13. Juli von der Stadt aus ſichtbar. Jetzt war es die höchſte Zeit, diejenige Armirungsarbeit auszuführen, die anzuordnen dem Kommandanten immer ſchwer fällt und damals in Wien beſonders ſchwer fallen durfte — der Vertheidiger mußte mit eigener Hand den blühenden Kranz der Vorſtädte anzünden und niederbrennen.

Hierbei ereignete es ſich in St. Ulrich — dem nachherigen Angriffsfelde — daß kecke tatariſche Reiter in die brennenden Gaſſen drangen, ihrer barbariſchen Weiſe gemäß die noch vorhandenen Einwohner, die bei Bergung ihrer fahrenden Habe ſich verſpätet hatten, anfielen, niedermachten und beraubten. Ein zur Beſichtigung in der Nähe befindlicher höherer Offizier kam mit ſeiner Kavallerie-Bedeckung den Bedrängten zu Hilfe, ließ kräftig einhauen und verjagte die Tataren. Dies war die erſte Berührung mit dem Feinde.

An demſelben Tage ſprengten zwei türkiſche Reiter ohne alle Parlamentär-Förmlichkeiten bis an die Glaciscrête und warfen ein Packet in den gedeckten Weg. Daſſelbe enthielt das türkiſche Original und die lateiniſche Ueberſetzung einer vom Großweſir an den Kommandanten gerichteten Aufforderung zur Ueberantwortung der Feſtung, die der Großherr beſchloſſen habe, ſeinem Reiche einzuverleiben. Die türkiſche Drohung, daß im

*) Die „Gedenkblätter“ ſagen: beinahe 20 000 Köpfe.

Weigerungsfalle nach Eroberung der Stadt Alles niedergemacht werden würde, fehlte ſelbſtverſtändlich nicht.

Der Großweſir hatte hiermit ſein Programm überreicht. Daß es ihm in beiden Stücken Ernſt geweſen, iſt nicht zu bezweifeln. Er hat auch gewünſcht, die Stadt möglichſt *unbeſchädigt* zu gewinnen, und hat ſich nur nothgedrungen entſchloſſen, der Widerſtrebenden Gewalt anzuthun.

15.

Im Laufe des 14. Juli kam die türkiſche Heeresmacht heran, entwickelte ſich im weiten weſtlichen Bogen vor der Stadt und ſchlug ihre Zelte auf. Es ſollen deren 25 000 geweſen ſein.

Das umſtändliche, für Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit hinderliche, bei ungünſtigen Wendungen gefährliche Kriegszubehör des Zeltlagers und eines großen Troſſes konnten die türkiſchen Heere, ſowohl wegen ihrer Organiſation als wegen ihrer Art Krieg zu führen, nicht entbehren. In unſerem Sinne *kantoniren*, d. h. die vorhandenen Wohnſtätten der Landesbevölkerung zur Unterkunft benutzen, konnten ſie nicht. Ihre Zahl war ſchon zu groß dafür; außerdem aber ließen ſie nicht beſtehen, was vorhanden war. Ihre Reiterſchaaren ſchwärmten ihnen voraus, und wo dieſe erſchienen gingen alle Dörfer in Flammen auf, verödeten alle Kulturſtätten, ward das Land zur Wüſte.

Die Hauptmacht der türkiſchen Infanterie bildeten die *Janitſcharen*. Dieſer Name, korrumpirt aus „Jeni — tſcheri", bedeutet „junge Truppen". Die Organiſation datirt vom Anfange des 15. Jahrhunderts. Sie rekrutirten ſich damals vorzugsweiſe aus jung eingefangenen Chriſtenknaben, die in beſonderen Anſtalten militäriſch und rechtgläubig erzogen wurden. Am Ende des 17. Jahrhunderts waren die Janitſcharen eine privilegirte Klaſſe, ſehr ähnlich den ruſſiſchen Strelitzen. Eben ihrer Privilegien wegen ließen ſich viele Staatsangehörige, die im Uebrigen ihrem bürgerlichen Gewerbe nachgingen, in ihre Liſten einſchreiben. Die *eigentlichen* Janitſcharen waren lebenslängliche Berufsſoldaten. Die Ordu (auch „Orta" geſchrieben; ins Deutſche in der Form „Horde" übergegangen), zwiſchen 300 und 1000 Mann faſſend, war nicht nur die *taktiſche*, ſondern auch eine *ſociale* Einheit. Jede hatte in dem betreffenden Garniſonorte ihre „Oda" (d. h. Kaſerne) und gemeinſchaftliche Verpflegung, die der Staat in

natura lieferte. Sie erhielten außerdem ihren feſten Sold, der ſehr regelmäßig gezahlt wurde. Dieſe ſociale Ordnung und das gemeinſame Leben in der Garniſon mußte auf den Kriegszügen erhalten bleiben; die feſte Kaſerne fand im wandernden Zeltlager Erſatz und Fortſetzung.

Der Oberbefehlshaber der Janitſcharen hatte den Titel Aga; ſein Stellvertreter hieß Kiaja-Bey.

Die Janitſcharen führten lange Flinten, deren Läufe ſo gut gearbeitet waren, daß ſie kugelſchwere Ladung aushielten. Das Kaliber war kleiner als das der Musketen der Kaiſerlichen. Scheither giebt aus ſeinen Beobachtungen in Kandia an, daß die Türken 2 bis 6 Loth, d. h. 35 bis 100 g, geſchoſſen und ſich eiſerner Ladeſtöcke zum Feſtſetzen der mit einer Art Pflaſter verſehenen Kugeln bedient hätten. Es wird übereinſtimmend berichtet, daß die Türken — zufolge ihres umſtändlichen Ladens — zwar langſam, aber entſchieden weiter und ſicherer geſchoſſen hätten als die Kaiſerlichen.

Wenn der Janitſchar das Feuergefecht einſtellte, warf er die Flinte mittelſt Tragriemen über den Rücken und griff zum krummen Säbel. Er führte außerdem Meſſer und Piſtole im Gürtel, bisweilen auch Hammer und Beil. Die Picke war nicht in Gebrauch.

Für den Fernkampf wurden auch Wurfſpieße und — ſowohl in großer Menge, wie auch mit großer Geſchicklichkeit — Bogen und Pfeil gebraucht. Selbſt vergiftete Pfeile müſſen — nach der Erfahrung, die bei einzelnen an ſich leichten Verwundungen gemacht worden iſt — wenigſtens vereinzelt zur Anwendung gekommen ſein.

Als Schutzwaffen ſtanden Panzerhemden in Gebrauch (ſchwere Harniſche kamen nirgends zur Anwendung); auch wohl Unterarmſchienen; auch kleine Sturmhauben; am linken Arm hing ein runder Schild (Tartſche), mit dem man ſich im Handgemenge, aber auch in den Laufgräben gegen geworfene Steine und Handgranaten deckte.

Der Janitſchar war ein ſtolzer Geſell, der tapfer kämpfte, aber keinerlei gemeine Arbeit verrichten wollte; hierfür hatte jeder ſeinen Knecht.

Neben den Janitſcharen gab es noch Formationen, die ſich aus Albaneſen, Bosniern ꝛc. rekrutirten. Jeder Paſcha — wir erinnern daran, daß ein ſolcher nicht nur General, ſondern auch Civil-Gouverneur des ihm untergebenen Landestheiles war — hatte

ſeine Leibgarde. Einige davon waren beritten und bildeten eine Art Dragoner.

Neben den regelmäßigen Truppen, die aus Staatseinkünften feſten Sold bezogen, gehörten zu der großen Heeresmacht, die jetzt vor Wien ſich lagerte, zahlreiche Hilfsvölker; dieſe waren weniger der Feſtung als dem Lande gefährlich, denn ſie waren vorzugsweiſe auf Beute angewieſen.

Die reguläre türkiſche Reiterei bildeten die Spahis. Sie und ihre Pferde hatten keinerlei Schutzbekleidung und waren überaus leichtfüßig und beweglich. Sie führten Lanzen mit Fähnchen, den Säbel, manche auch lange Stoßdegen; auch Keulen, Hammer, Beile, Pfeil und Bogen, Piſtolen.

Spahis und Tataren ſind für den in Betracht kommenden Zeitraum und im militäriſchen Sinne gleichbedeutend; ſie waren die überall Umherſchweifenden, unvermuthet Auftauchenden, wo ſie erſchienen, Verderbenbringenden. Ihr Anſturm war heftig, aber nicht wuchtig und nachhaltig; ſobald ihnen die Stirn geboten wurde, ließen ſie ab und flüchteten. Dies lernten nicht nur die kaiſerlichen Truppen, ſondern auch die Bewohner des platten Landes. Nicht nur Städte und Burgen, ſondern ſelbſt Dörfer erwehrten ſich ihrer, ſobald ſich eine Schaar beſonnener und muthiger Männer zuſammenfand, die ſich nicht auf den erſten Anlauf ſprengen ließ.

Die Türken führten viele und ſchwere Geſchütze. Wo die Oertlichkeit es erlaubte, wendeten ſie Waſſertransport an; zu Lande Büffel-Geſpanne.

Sie hatten eine Artillerie (Topdſchi), die nicht nur das Geſchütz bediente, ſondern auch das Artillerie-Material herſtellte und verwaltete. Ein zahlreiches Handwerker-Perſonal und auch beſonders ausgebildete Mineure gehörten dazu.

Das umfangreiche Kriegszubehör wurde auf ſchweren vierrädrigen Wagen mit Leinwandplanen und auf Tragthieren, namentlich Kameelen, herangeführt.

Das zur Belagerung von Wien bereite Heer dürfte rund 160 000 Mann ſtark geweſen ſein; zehnmal ſo ſtark wie die Beſatzung.

16.

Während der Belagerer auf dem rechten oder weſtlichen Donau-Ufer im Halbkreiſe den Platz umſchloß, ſein Lager ſchlug

und ſofort auch an die Eröffnung des förmlichen Angriffs ging, war das mähriſche Donau-Ufer noch frei, der Herzog von Lothringen lagerte ſogar, der Feſtung unmittelbar nahe, mit ſeiner Reiterei auf der Tabor-Au.

Da er der Stadt damit doch nichts hat nützen können, wollen wir vorgreifend über das Ende ſeiner direkten Verbindung mit derſelben berichten.

Der Herzog mußte ſehr bald inne werden, daß die Türken ihn nicht unbeläſtigt würden ſtehen laſſen; die Donau war ziemlich ſeicht und für die türkiſche Reiterei kein Hinderniß; bei Nußdorf, an der Theilungsſpitze oberhalb der Stadt, kamen ſie in großen Haufen auf das linke Ufer.

Der Herzog mußte fürchten, auf ſeiner Inſel mit eingeſchloſſen zu werden. Durch ein glückliches Gefecht, in dem er die Andrängenden energiſch zurückwarf, gewann er Zeit, auf das mähriſche Ufer zu defiliren und die Tabor-Brücke hinter ſich abzubrennen. Er zog am linken Ufer ſtromauf, über Nußdorf hinaus bis Jedlerſee, wo er Stellung nahm.

Unmittelbar nach ſeinem Abzuge — am 16. Juli Abends — beſetzten die Türken die Tabor-Au, zu der ſie oberhalb und unterhalb der Stadt durch Brücken über den Donau-Kanal den Zugang ſicherten, und ſchloſſen damit den Cernirungsgürtel um die belagerte Stadt.

17.

Bei der Berathung über die Wahl der Angriffsfront hatten ſich zwei Anſichten gegenübergeſtanden. Die eine — angeblich von einem franzöſiſchen Ingenieur vertreten — bevorzugte dieſelbe Stelle, die im Jahre 1529 Sultan Suleiman ausgewählt hatte. Allerdings beſtanden damals die heutigen Baſteien noch nicht, aber der Grundriß des Umzugs war nahezu und das Vorterrain war gänzlich das damalige. Suleimans Angriff hatte etwas weiter ſüdlich gelegen, er würde gegen das heut wie damals beſtehende Kärnthner- (oder Karner-) Thor und die jetzt links von demſelben beſtehende Waſſerkunſt-Baſtei zu richten geweſen ſein.

Die bezeichnete kürzere Front konnte heut wohl mit Recht für ſchwächer als die benachbarte Burg-Löbl-Front erklärt werden. Auch ſchien die Rechtsſchiebung in Erwägung der Richtung, aus der wahrſcheinlich der Entſatz kommen würde, und derjenigen, nach

welcher eventuell der eigne Rückzug zu nehmen war, mehr geſichert. Für den förmlichen Angriff war dagegen hier kein günſtiges Terrain: der Wienfluß lag zu nahe; bei ſtarkem Sommerregen trat derſelbe bisweilen über, und in dem flachen Ufergelände lag der Grundwaſſerſpiegel ſo, daß alle Sappenarbeit, namentlich ſpäter im Graben, ſchwierig geworden wäre.

Vor der Burg lag nun freilich die ſtärkſte der Landfronten dafür war aber das Vorfeld waſſerfrei, für Sappeur- und Mineurarbeit günſtig, und in angemeſſenem Abſtande einige gute erhöhte Artillerie-Poſitionen bietend.

Die Wahl dieſer Front ſoll beſonders der Ingenieur des Großweſirs, Achmet-Bey, befürwortet haben. Es wird berichtet, dieſer türkiſche Ingenieur ſei zuvor bei Tököly, und damals einer Geſandtſchaft beigegeben geweſen, die der vom Kaiſer ſehr entgegenkommend, beinahe als berechtigte kriegführende Macht behandelte Rebell nach Wien an den Hof geſchickt hatte. Bei dieſer Gelegenheit ſoll er Feſtung und Außenfeld ſehr genau ſtudirt und nach dem Augenſchein die Wahl der Angriffsfront getroffen haben.

Achmet-Bey muß ein anſchlägiger Kopf geweſen ſein; zu Tököly war er aus einem Kapuzinerkloſter gekommen, dem er entlaufen war!

18.

Bereits am 14. Juli Abends begannen die Türken Batterien und Approchen. Als Baſis dienten ihnen die Trümmer der Vorſtadt St. Ulrich und (wie Fig. 2 zeigt) zwei Geſchützaufſtellungen hinter den Flügeln des Angriffsfeldes. Bereits 24 Stunden ſpäter konnten einige Geſchütze vom Kroatendörfl aus das Feuer eröffnen. Dieſer wichtige Punkt erhielt im Fortgange der Belagerung eine größere Zahl von Geſchützen.

Die Entfernung, in welcher die Laufgräben eröffnet worden ſind, wird zu nur 300 Schritt angegeben. Dieſe Angabe erregt Bedenken. Sie ſtimmt auch nicht zu dem Anguiſſola'ſchen Plane. Zieht man jene Querſtraße von St. Ulrich in Betracht, die in Fig. 2 markirt iſt und das vordere Treffen der türkiſchen Geſchützaufſtellung bildet, ſo findet man hier etwa 350 m Abſtand. Für die hintere Batterielinie ergeben ſich faſt 600 m. Plan und Zahlenangabe nähern ſich in leidlich zufriedenſtellender Weiſe, wenn man „Schritt“ nicht im heut gebräuchlichen Sinne, ſondern als den von

den lateiniſchen militäriſchen Schriftſtellern angewendeten römiſchen Doppelſchritt (passus) verſteht, deſſen ſich in der That die Schriftſteller des 16. und 17. Jahrhunderts nicht ſelten noch bedienten.

Der passus = 5 römiſche Fuß iſt = 1,48 m; mithin 300 Schritt = 444 m. Dieſes Maß entſpricht der Entfernung des „rothen Hofes" in St. Ulrich, wo die Türken ihr „Rüſthaus" (Depot) eingerichtet hatten, vom Burg-Ravelin.

Daß die Türken — nach dem Plane zu urtheilen — ihre erſte Geſchützaufſtellung 600 m = 800 (einfache) Schritt vom Feſtungsgeſchütz genommen haben, iſt ſehr glaublich.

Am 15. Juli Abends waren zwei Annäherungswege auf 60 bis 70 Schritt von dem ausſpringenden Winkel des gedeckten Weges vor dem Burg-Ravelin heran; am 17. auf 30 bis 40 Schritt.

19.

Bevor wir die hiſtoriſche Entwickelung des vorliegenden Einzelfalls, der Belagerung von Wien, weiter verfolgen, erachten wir es für zweckmäßig, ein allgemeines Bild des türkiſchen förmlichen Angriffs zu entwerfen, und zwar der Reihe nach: den oberirdiſchen, den Sappenangriff, die Annäherungs- und Deckungsarbeiten; die Batterien; die Thätigkeit und Wirkungsweiſe des Mineurs; endlich das Stürmen in Betracht zu ziehen.

Um zu erkennen, daß die Türken (wie ihre größten und bekannteſten Belagerungen, Kandia und Wien, bezeugen) ein eignes Syſtem der Ceremonial-Attacke ausgebildet hatten, muß man ſich der zu gleicher Zeit im chriſtlichen Europa üblichen erinnern. Ueber dieſe geben Freitag (1631), Dilich (1640), Medrano (1687) Auskunft.

Unter „Attacke" verſtand man damals das Vorgehen auf einer Kapitale; jetzt bereits meiſtens der eines Baſtions, nur bisweilen noch (bei langen Fronten und kleinen ſchwachen Ravelins) gegen eine Kurtine.

Die Attacke begann 90 Ruthen oder rund 340 m von der Angriffsfront mit dem Bau einer Redoute (auch corps de garde genannt) von 30 m Seite. Nachdem die Redoute vertheidigungsfähig und beſetzt war, wurden 200 bis 400 Mann zur Aushebung eines geradlinigen Deckungsgrabens angeſtellt, der — je nach der Oertlichkeit — möglichſt gegen den Platz zu, aber doch horizontal defilirt, d. h. links oder rechts diesſeits der weiteſt vorſpringenden

Feſtungswerke vorbeiſtrich und mit einer Redoute gleich der erſten endete. Dieſem erſten „Schlage“ der „Approche“ wird der zweite, nach der andern Seite defilirte angefügt; an deſſen vorderem Ende die dritte Redoute. Dieſe Zickzackführung und ſchlagweis gleichzeitig durch anfangs ungedeckte Arbeiter erfolgende Herſtellung wird fortgeſetzt, bis das Musketenfeuer des Platzes es verbietet. Die Grundrißform bleibt ferner dieſelbe, die Ausführung erfolgt als *Sappe*, die nur ihre Spitze oder Tete vorſchiebt. Teten-Deckung ſchafften ſich die Sappeurs durch Schirme auf Rädern und Wollſäcke.

Auf dem Glacis ſpaltet ſich die Approche und breitet ſich rechts und links aus.

Die Batterien wurden gleichzeitig aber unabhängig ſeitwärts der Schläge in Redouten- oder Halbredoutenform hergeſtellt.

Von dem vorderſten, gegen die Feſtung Front machenden Laufgraben aus machte man mittelſt fallender Galerie (Holzhohlbau) den Graben-Nieder-, mit Sappe oder gleichfalls Galerie den Graben-Uebergang und ſetzte den Mineur an der Escarpe an (ſobald der Vertheidiger es zuließ).

Bisweilen geſtattete das Terrain die im Zickzack lavirenden, rechts und links weit ausgreifenden Approchen nicht. Dann ging man in einem Graben mit *beiderſeitiger* Bruſtwehr (doppelte Sappe) geradeaus vor und ſchützte ſich gegen Einſicht und Beſtreichung durch abwechſelnd rechts und links Durchgang geſtattende Schanzkorb-Traverſen, oder man legte in geeigneten Abſtänden „Chandeliers“, *hängende* Blendungen an, d. h. Faſchinenpackungen in einem Holzgerüſt, von Krone zu Krone der beiderſeitigen Bruſtwehren gelegt, die, von der Feſtung geſehen, in der Verkürzung einander deckend, keinen Einblick und direktes Schießen geſtatteten.

Nach dem Zeugniſſe Medranos hatte man es zur Zeit ſchon als zweckmäßig erkannt, *zwei* Attacken der geſchilderten Art ſymmetriſch zu führen und ſo zu verbinden, daß je zwei Schläge der einen und zwei der andern zuſammen einen rautenförmigen Raum ganz umſchloſſen, in welchem ſelbſtredend eine Batterie die aufs beſte geſicherte Lage hatte. Man ging noch einen Schritt weiter. Die aufeinander zulaufenden Schläge der beiden Nachbarattacken führte man nicht ſo ſteil gegen den Platz, als es das horizontale Defilement erlaubt haben würde, ſondern mehr parallel zur Angriffsfront, um eine Frontal-Poſition gegen den Platz von 200 bis

300 m Länge zu gewinnen. Dies iſt der Keim — ſowohl der Sache, wie der Benennung nach — der Parallelen.

Medrano nennt den Angriff mit Parallelen eine neue Erfindung und giebt folgende Anleitung:

An Stelle der Freitag'ſchen Redoute bildet jetzt, 300 m vom Platze, ein Laufgraben von 200 bis 250 m Länge mit Redouten an beiden Flügeln die Baſis des Laufgraben-Syſtems.

Nahe bei den Redouten brechen geradlinige Schläge, horizontal defilirt, unter ſich divergirend, vor, die in angemeſſenem Abſtande durch eine zweite Parallele verbunden werden, die länger iſt als die erſte. Dieſer Wechſel wiederholt ſich. Medranos Skizze zeigt fünf ſolche Parallelen.

Noch etwas weiter ausgebildet fand Vauban dieſes Schema vor. Darüber berichtet Belidor:

Der Abſtand der erſten Parallele betrug jetzt ſchon 300 Toiſen = rund 500 m. In ihrer Mitte lag die batterie royale für 30 bis 40 Kanonen, die Alles, was ſie ſehen konnte, beſchoß.

Die zweite längere Parallele in 250 m Abſtand; in ihr die Geſchütze der erſten jetzt maskirten Poſition.

Die dritte Parallele 60 bis 75 m vom Glacis.

Dann Sappen gegen die drei Saillants des gedeckten Weges.

20.

Terrain gewinnen und das gewonnene behaupten, ſind die unerläßlichen Bedingungen der Offenſive; daher auch des förmlichen Angriffs. In den „Annäherungswegen" (Approchen) und den „Waffenplätzen" (dieſe Bezeichnung iſt charakteriſtiſcher als „Parallelen") kommen dieſe Grundregeln zur Anwendung. Dieſe beiden Hauptſtücke zeigt daher auch der türkiſche Angriff, aber in eigenartiger Geſtaltung.

Der Angriff iſt speciell in Wien augenſcheinlich klar disponirt. Zuerſt ſollte das Burg-Ravelin, dann ſollten die dahinter zur Seite liegenden Baſteien fallen. In jeder Kapitale wurde demgemäß eine Annäherung für erforderlich erachtet. Das eigenthümliche Ausſehen des türkiſchen Sappenangriffs iſt unſres Erachtens durch drei Umſtände verurſacht worden: 1) durch die große Menge der Truppen, die zu Gebote ſtanden und bei allen ſtürmiſchen Anläufen auch verwendet werden ſollten; 2) durch den Umſtand, daß die Leitenden um Arbeiter niemals verlegen zu ſein brauchten,

denn wenn die vorhandenen Sklaven nicht ausreichten, wurden die Reiter ausgeſandt, die aus dem Lande umher die Bewohner zum Frondienſt zuſammentrieben; 3) dadurch, daß die türkiſchen Offiziere verſchmähten oder nicht verſtanden, auf dem Felde abzuſtecken, zu traciren oder mit der Buſſole zu arbeiten.

Den erſten Beweis für unſere Behauptung liefern die Annäherungswege der drei Kapitalen. Die Leitung des Angriffs auf das Ravelin als des zunächſt wichtigſten hatte ſich der Großweſir ſelbſt vorbehalten und ſeine vornehmſten Unterbefehlshaber, den Janitſcharen-Aga und deſſen Stellvertreter und den Paſcha von Rumelien, ſich beigeordnet. Auf der Ravelin-Kapitale wurde dementſprechend in 4 Linien vorgegangen. Jede der Baſtions-Kapitalen war je 2 Paſchas zugewieſen und erhielt entſprechend zwei Annäherungslinien.

Dieſe Annäherungslinien zeigen aber keine Spur der in Europa gebräuchlichen lavirenden Zickzackführung; ſie nehmen ihren Lauf wie das Waſſer, das nach einem ſtarken Gewitterregen auf einer faſt horizontalen Fläche ſich verläuft; ſie halten erſichtlich im Ganzen Richtung, aber im Einzelnen ſerpentiniren ſie unaufhörlich bald rechts, bald links. Scheinbar ganz regellos, werden dieſe ſteten Richtungsveränderungen wohl den Zweck gehabt und erfüllt haben, den auf beiden Seiten mit Bruſtwehren eingefaßten Graben in ſich ſelbſt zu traverſiren.

Die Annäherungswege ſind gekreuzt durch Waffenplätze d. h. Laufgräben nach der Quere des Angriffsfeldes, alſo in der Richtung der Parallelen. Deren liegen aber nach der Tiefe des Angriffsfeldes nicht drei (oder fünf, wie ſie Medrano darſtellt), ſondern dicht nacheinander eine ſehr große Menge. Ein Verſuch der Zählung ergab ihrer 24 auf eine Tiefe des Angriffsfeldes von 260 m. Man wird der Wahrheit alſo nahe kommen, wenn man ſagt, die Türken hätten ihre Waffenplätze durchſchnittlich von 10 zu 10 m angelegt. Annäherungswege und Parallelen ſehen im Bilde aus wie ein Fetzen von einem Gewebe, jene die Kette, dieſe den Einſchlag bildend.

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die Aufnehmer der Angriffsarbeiten in Wien (wie vormals die in Kandia) nicht im Entfernteſten jeden einzelnen Faden des Einſchlages genau vermeſſen und richtig eingetragen haben; die Bilder verſchiedener Verfaſſer ſtimmen nicht entfernt überein; es wäre auch von geringem Nutzen

geweſen, dieſes Gewirr mit peinlicher Genauigkeit wiederzugeben. Anſcheinend waltet das Geſetz, daß in der Tiefe d. h. am Anfange des Angriffsfeldes die dicht voreinander liegenden Quergräben oder Parallelen nur je einer Kapitale angehören; weiter vorwärts (wo ja auch die Kapitalen konvergiren) fließen einzelne Querſchläge der verſchiedenen Kapitale in einander und bieten das Bild durchlaufender Parallelen dar. Das vorderſte Glied dieſer tiefen Phalanx von Laufgräben hat Lage, Ausſehen und Ausdehnung der üblichen Glaciskrönung.

Die Bilder des Wiener Sappen-Angriffs auf dem Anguiſſolaſchen Plane und dem von Herlin der Geſammtausgabe von Rimplers Schriften beigefügten ſind einander im Einzelnen gar nicht ähnlich, zeigen aber übereinſtimmend den vorſtehend geſchilderten Typus. Daſſelbe iſt der Fall mit den von Scheither mitgetheilten Plänen des Angriffs auf Kandia. Auf letzterem zeigt ſich als Baſis des Angriffsfeldes eine den ganzen Platz vom Meeresufer bis wieder zum Meeresufer umziehende Circumvallation. Die Baſis vertreten bei Wien die entfernteſten Batterien. Die einzelnen Approchen entſpringen bei Wien in dem für die Anſicht von der Feſtung aus wahrſcheinlich undurchdringlich geweſenen Trümmer-Gewirr von St. Ulrich. Deutlich erkennbar iſt eine dem Wiener Angriffsfelde eigenthümliche Flankenſicherſtellung, die in Fig. 2 an beiden Seiten des Angriffsfeldes durch die Worte „randſichernder Laufgraben" markirt iſt. Ueber dieſen den Annäherungswegen ähnlich ſich ſchlängelnden Saum geht keiner der Quergräben hinaus; viele münden in ihn.*)

Auf dem ſo wie geſchildert zubereiteten Sappenfelde ſtand die Laufgrabenwache des Angreifers in jedem Augenblicke ſo zu ſagen in drei Kolonnen (den drei Kapitalen), die ſpäter in eine zuſammenfloſſen, und deren Flügelrotten eine halbe Wendung gemacht hatten, gefechtsbereit, dem Feinde, mochte er in Front oder Flanke anlaufen, die Stirn zu bieten.

Die dichte Lage der Laufgraben-Glieder, von denen in jedem Augenblick das vorderſte, in der Herſtellung begriffen, deckungs-

---

*) Nach dem Anguiſſola-Plane in „Das Kriegsjahr 1683". — Der Herlinſche Plan deutet die Rand-Approchen auch an; das ganze Syſtem tritt aber nicht ſo klar hervor wie bei jenem.

und wehrlos war, machte dieſen Umſtand ungefährlich, weil das nächſte bereits vertheidigungsfähige Glied dicht hinter jenem war.

Die in Rede ſtehende Anordnung gab dem Vorſchreiten des Angreifers unverkennbar große Solidität. Andererſeits hatte ſie zur Folge, daß es für das ſchwere Geſchütz der Feſtung kaum einen Fehlſchuß gab. Das Merkwürdigſte aber iſt das außerordentliche Arbeitspenſum an Erdbewegung, zu dem der Angreiſer ſich verſtehen mußte. Dafür aber wußten die Türken Rath. Die Ausſicht auf die Baſtonade, das Niederſchießen und Kopfabſchlagen machte die Zwangsarbeiter willig, arbeitsluſtig und muthig im Feuer!

Aus den oben wiedergegebenen Berichten über das ſchnelle Vorwärtskommen auf der Ravelin-Kapitale möchte zu ſchließen ſein, daß die Annäherungswege zunächſt den Parallelen vorausgeeilt ſind.

Daß die Türken im wirkſamen Bereich des Musketenfeuers zum wirklichen Sappiren, d. h. von der ſogenannten flüchtigen zur völligen Sappe übergegangen ſind, und wie ſie daſſelbe betrieben haben, zeigt der Nebenname der „Erdwalze“: „türkiſche Sappe.“

Aus den Wiener Berichten iſt zu entnehmen, daß die Türken ihre Eingrabnngen ſehr gut gedeckt haben; auch — wo es nöthig war — durch Decken und Blendungen gegen Wurffeuer und Einſicht. Vielleicht haben ſie auch gethan, was Scheither von Kandia berichtet: Sie gruben dort von den Laufgräben aus Erdlöcher — „Grotten“ nennt er ſie an anderer Stelle — abwärts in den gewachſenen Boden, deren Eingang ſie mit härenen Wollſäcken von 1,5 m Länge verhingen. In dieſen Schutzörtern blieben ſie bisweilen auch bei Ausfällen und feuerten über die Säcke hinweg auf die Eingedrungenen. — In den nahen Verbanungen verſahen ſie die Bruſtwehren mit Sand- und Wollſackſcharten, durch die ſie, ſehr ſorgſam zielend, wirkſam ſchoſſen.

Für die höheren Befehlshaber wurden Schutzhohlräume aus großen Schanzkörben, Balkenholz, Sand- und Wollſäcken hergeſtellt. Der Großweſir machte ſeine Beſichtigungstouren in einer gepanzerten Sänfte.

21.

Die Berichte über die türkiſchen Batterien vor Wien ſind dürftig; über ihre bauliche Einrichtung findet ſich keine Belehrung.

Die Türken hatten im Allgemeinen Neigung für hohe, womöglich das Feſtungsgeſchütz überhöhende. Von Kandia berichtet Scheither, daß ſie, um dem zu genügen, es ſich nicht hätten verdrießen laſſen, die Erde in Säcken herbeizuſchleppen, wo der Felsboden kein Ausſchachten geſtattete. Wenn die Batterien iſolirt lagen, gaben ſie ihnen die Form von Redouten.

Auf dem Angriffsfelde von Wien begünſtigte die Oberflächengeſtalt des Geländes und die Bedeckung durch die Trümmer der niedergebrannten Vorſtadt St. Ulrich die Anlage der in Fig. 2 markirten beiden Geſchützaufſtellungen. Die Türken haben nachmals auch in den vorderen Poſitionen einige Batterien ſowohl für Kanonen als Mörſer angelegt, doch haben dieſelben keinen charakteriſtiſchen Einfluß auf den Gang der Ereigniſſe gehabt. Das Geſchützfeuer iſt im Ganzen lebhaft und auch wirkſam geweſen, hat aber nicht eigentlich die Führung gehabt, iſt zu keiner Zeit das Organ des Fortſchrittes des Angriffs geweſen.

Als ſolches muß vielmehr der Mineur angeſehen werden, der ja übrigens nicht im Gegenſatze zur Artillerie ſtand, ſondern nur eine zweite Lebensäußerung derſelben war, die zweite Form der Wirkſamkeit des Pulvers neben der im Geſchütz.

22.

Wo der Sappeur wegen zu großer Nähe an der feindlichen Stellung hinter der Palliſadirung des gedeckten Weges nicht mehr vorwärts kam, da ſetzte der Mineur ein. Indem er die Palliſaden und ihre Beſatzung in die Luft ſprengte, ſchuf er eine materielle Lücke, eine moraliſche Verwirrung und eine Lähmung der Kräfte die der Sappeur zum ſprungweiſen Terraingewinn benützen konnte. In der Regel begnügte man ſich damit nicht, ſondern ließ einen Akt des gewaltſamen Angriffs, einen Sturm gegen die erſchütterte Poſition unmittelbar folgen, um möglichſt weit vorzugreifen. Sappeur, Mineur und Sturmläuſe arbeiteten ſich von jetzt an in die Hände. Es war wieder der Mineur, der die Mauerbekleidung der Contreſcarpe einwarf, um einen Abſtieg in den Graben zu gewinnen, den der Sappeur gedeckt herſtellte. Dann rangen von beiden Seiten Feuergewehr und blanke Waffe um den Beſitz des Grabens, bis der Sappeur den Uebergang ſichergeſtellt hatte und der Mineur die Breſchmine an der Escarpe anſetzen konnte.

Daſſelbe Zuſammen- und Wechſelwirken der drei Potenzen erklomm dann die Breſche und rückte von Abſchnitt zu Abſchnitt vor.

Die Vertheidiger von Wien haben dieſen Weg dem Angreifer zu einem überaus blutigen, ſein Vorrücken zu einem ſehr langſamen gemacht. Nur in dem einen Factor, dem Mineurweſen, waren ſie ihm nicht ebenbürtig. In dieſer Beziehung war Wien das Gegenſtück zu Kandia. Dort war der Contre-Mineur der Ueberlegene. Er hatte ein ausgedehntes vorbereitetes Minenfeld und konnte in dem günſtigen, ſtandfeſten und doch nicht allzu ſchwer zu bearbeitenden Boden ohne zeitraubenden Holzausbau flott überall hin vordringen. Es ſtand ihm auch ein berufsmäßig geſchultes Arbeits-Perſonal zu Gebote. Beides fehlte in Wien.

23.

Nachdem die Angriffs-Methode der Türken und ihre Anwendung vor Wien in einem allgemeinen Charakterbilde geſchildert worden, werden ſich die einzelnen hiſtoriſchen Momente leichter verſtehen laſſen.

Bevor jedoch das Haupt-Angriffsfeld in Betracht gezogen wird, erſcheint es zweckmäßig, den Nebenangriff, der ohne entſcheidenden Einfluß geblieben iſt, abzufertigen.

Es iſt geſagt, daß unmittelbar nach dem Abzuge des Herzogs von Lothringen, am 16. Juli Abends, die Türken die Tabor-Au in Beſitz genommen haben. Das linke Ufer des Donau-Kanals, der Waſſerfront am rothen Thurm gegenüber, wurde mit einem einfachen Laufgraben umſäumt, zu dem zahlreiche kurze Approchen aus den deckenden Ruinen der niedergebrannten Leopoldſtadt führten. An vier Punkten — Straßenknoten und Uferplätze der Leopoldſtadt benutzend — wurden Batterien gebaut, um die erreichbaren Werke der Oſt- und Südoſt-Fronten: Waſſer-Schanzl, Gonzagawerk, Biber- und Dominikaner-Baſtei, ſowie die angrenzenden Stadttheile zu beſchießen. Das Feſtungs-Geſchütz war hier im Vortheile des Umfaſſens; es wehrte ſich ſo gut und wirkſam, daß der Angriff erlahmte. Auch ein Verſuch der Türken, die nur im Oberbau abgebrannte Schlagbrücke zum Uebergange wiederherzuſtellen, wurde vereitelt und nicht wiederholt.

Immerhin war es für den Belagerten eine Verſchärfung der Bedrängniß, daß er nicht allein frei vor ſich ſehen konnte, ſondern

einen Feind im Rücken hatte, von dem er geneckt, beläſtigt, ja vielleicht doch auch ernſtlich bedroht war.

24.

Wir wenden uns nunmehr den Ereigniſſen auf dem Felde von St. Ulrich zu.

Am 19. Juli machten die Belagerten ihren erſten Ausfall gegen die am weiteſten vorgedrungene Spitze des Angriffs auf der Ravelin-Kapitale. Sie ſchlugen ſich tapfer, ſchädigten auch den Feind, konnten aber doch keinen nennenswerthen Aufenthalt verurſachen.

Die Türken empfanden das energiſche Feuer des Vertheidigers, namentlich das ſeiner Hagel-Mörſer, und hatten viele Todte.

Am 23. Juli ſprangen die erſten türkiſchen Minen; ſie warfen Palliſaden in den ausſpringenden Winkeln des gedeckten Weges vor den Angriffs-Baſtionen ein und tödteten einige Mann der Beſatzung. Die Türken ſtürmten, wurden aber zurückgewieſen; die Lücken ſofort wieder geſchloſſen.

Am 24. Juli wurde erkannt, daß an der vorigen Stelle neue Minen in Arbeit ſeien, denen man entgegenzugraben verſuchte.

Es nimmt Wunder, daß nicht gleich bei der Ausrüſtung von Wien zur Belagerung auf die Beſchaffung von Mineuren Bedacht genommen worden iſt. Die Belagerung von Kandia war doch damals in friſchem Andenken; man wußte überhaupt, daß bei einer förmlichen Belagerung im Stile der Zeit der Mineur eine große Rolle ſpiele.

In den Nachrichten über die Aufſtellung der kaiſerlichen Armee für den bevorſtehenden Türkenkrieg von 1683 findet ſich die Angabe, es ſeien in Tyrol „beſondere Minirer“ geworben worden; wo waren die wohl geblieben, als es ſich um die Formirung der Beſatzung von Wien handelte?

Die „Gedenkblätter ꝛc.“ ſchreiben: „Die Wirkung dieſer Minen vom 23. Juli veranlaßte Starhemberg, dem Feinde mit Minen entgegenarbeiten zu laſſen, um ihn dadurch zu einem ermüdenden Minenkriege zu zwingen, durch welchen die Feſtung bei der Hoffnungsloſigkeit eines baldigen Entſatzes Zeit gewinnen konnte.“

Das ſind ſehr volltönende Worte; ſie geben aber kein richtiges Bild von der Sachlage. Ein richtiger „Minenkrieg“ hätte am

Fuße des Glacis oder doch wenigſtens auf dem Glacis beginnen müſſen; der Contre-Mineur durfte nicht warten bis Palliſaden im gedeckten Wege umgeworfen waren, um nun erſt in aller Eile entgegenzugraben. Der Schreiber des citirten Satzes erweiſt ſeinem Helden keinen guten Dienſt, wenn er ihn erſt jetzt den Entſchluß faſſen läßt, Minen mit Minen zu bekämpfen.

Man iſt nicht genöthigt, den Kommandanten und ſeinen Ingenieur der Verſäumniß zu beſchuldigen, denn beide hatten auf die Ausrüſtung des Platzes kaum Einfluß gehabt. Dieſe Ausrüſtung hatte eigentlich der Zufall gemacht: Der Herzog von Lothringen überließ dem Platze von ſeinem Fußvolk ſo viel, als er irgend entbehren zu können glaubte, im kaiſerlichen und im bürgerlichen Zeughauſe waren Waffen und Munition — Mineure waren zufällig nicht vorhanden; nur die bürgerlichen Brunnenarbeiter und einige zufällig in der Stadt befindliche Bergleute lieferten nothdürftig ein Perſonal.

Mögen wir nun von Starhemberg und Rimpler noch ſo günſtig denken und ihnen zutrauen, daß ſie die Lücke in ihrer Vertheidigung früh erkannt und ſie auszufüllen beſchloſſen haben mögen — thatſächlich iſt erſt am 24. Juli verſucht worden, dem feindlichen Mineur entgegenzugraben.

Da Rimpler ſchon am 25. Juli vom Schauplatz abtreten mußte, erklärt es ſich, daß in unſeren beiden beſten Quellen ſeiner als eines Leiters oder Organiſators des Vertheidigungs-Minenweſens nicht gedacht wird. Im „Kriegsjahr 1683“ werden der Ingenieur Camucci (ein Venetianer) und der Hauptmann Hafner von der Stadt-Guardia als die Leiter der Mineur-Arbeiten bezeichnet.

Am 25. Juli, Nachmittags zwiſchen 4 und 5 Uhr, geſchah, was gefürchtet und nicht zu verhindern geweſen war: eine ſtarke Mine öffnete die Spitze des gedeckten Weges vor dem Ravelin. Nicht nur der augenblickliche Verluſt war empfindlich, die Lage war überhaupt gefährlich, da die Janitſcharen mit großer Heftigkeit anſtürmten, um den gedeckten Weg in Beſitz zu nehmen. Es gelang dennoch, durch Zuführung von Hilfe, den Poſten zu behaupten. Dreimal ſtürmte der Feind und wurde dreimal zurückgewieſen, das letzte Mal bis in die Glaciskrönung, wo der Ausfall ſich lange genug behauptete, um eine Strecke derſelben für den Augenblick vertheidigungsunfähig zu machen.

Unter den Opfern dieſes Tages war Rimpler, dem in der feindlichen Tranchée durch einen Schuß der linke Arm zerſchmettert wurde. Er erlag am 2. Auguſt ſeiner ſchweren Verwundung.

Am 26. Juli verſuchte der Vertheidiger ſeine erſte Sprengung, hatte aber keinen Erfolg; vorläufig verſtand man wahrſcheinlich weder Ort noch Ladung zu berechnen.

Das gleiche Mißglücken wiederholte ſich am 30. Juli.

Der Mineur des Angriffs gab in denſelben Tagen mehrere Proben ſeiner größeren Geſchicklichkeit; es fanden auch wiederholt Sturmanläufe ſtatt; beides vermochte jedoch den Vertheidiger noch nicht an der Behauptung des ganzen gedeckten Weges zu hindern. Am 2. Auguſt hatte letzterer zum erſten Mal Erfolg mit einer Mine von 400 Pfund vor der rechten Face der Burg-Baſtei; dieſelbe traf den feindlichen Laufgraben und verſchüttete einige Janitſcharen.

Anfang Auguſt litten die Türken vorübergehend an Munitionsmangel, was ſich durch die Lauigkeit ihres Feuerns verrieth; am 11. erhielten ſie reichliche neue Zufuhr. Dieſer Mangel war eine Ausnahme; die Türken zeichneten ſich ſchon damals durch ihre reichliche Verſorgung mit Munition aus; die von vielen Berichterſtattern hervorgehobene Wahrnehmung im letzten ruſſiſch-türkiſchen Kriege war alſo nur Zeugniß, daß eine gute, alte Tradition im türkiſchen Heere noch unvergeſſen iſt.

Der 3. Auguſt brachte in der Vertheidigung des gedeckten Weges einen Wendepunkt. Vier heftige Stürme wurden abgeſchlagen, dem fünften vermochte die Beſatzung nicht mehr zu widerſtehen; ſie mußte den ausſpringenden Waffenplatz den Janitſcharen einräumen, die ſich ſofort hier verbauten. Die Beſatzung wich jedoch nur eine allerkleinſte Strecke zurück, ſchnitt den gedeckten Weg querüber zwiſchen Crêten-Palliſadirung und Contreſcarpen-Mauer durch Palliſaden ab und behauptete ſich hier.

Seitens der Türken war jetzt das Glacis in der ganzen Ausdehnung der Angriffsfront mit einem zuſammenhängenden Laufgraben gekrönt.

Gegen dieſe Krönung wirkte der Contre-Mineur am 4. Auguſt zweimal mit gutem, am 5. Auguſt aber — in der Kapitale der Burg-Baſtei — mit ungünſtigem Erfolge. Im letzten Falle hatte man ſich in der Entfernungsberechnung jedenfalls geirrt; die

Explosion faßte nicht die Krönungsbrustwehr, sondern tagte einen Trichter vor derselben, den sofort die nächsten Janitscharen besetzten, krönten und festhielten.

Der 6. August wurde entscheidend für den gedeckten Weg. Von der am 3. gewonnenen Verbauung im ausspringenden Waffenplatze der Ravelin-Kapitale aus schütteten die Türken mit Erde, Wollsäcken und Faschinen eine Rampe an die steile Contrescarpen-Bekleidung und drangen über diese in den Graben. Der Vertheidiger warf sich ihnen entgegen und suchte sie wieder in den gedeckten Weg hinauf zu drängen.

Während dieses Ringens am Ravelin sprang eine türkische Mine, die einen Theil der Contrescarpe vor der linken Face der Löbl-Bastei einwarf und einen zweiten Niederstieg in den Graben anbahnte. Obwohl der Vertheidiger auch hier sich muthig zur Wehr setzte, mußte der Kommandant doch erkennen, daß die durch zwei Lücken herandrängende Fluth nicht mehr zu stauen sei; er gab daher den Befehl zur Räumung des gedeckten Weges.

Vom 23. Juli, wo die ersten Pallisaden durch eine feindliche Mine umgeworfen wurden, bis zum 6. August, wo der Befehl der Räumung erging, also durch 15 Tage täglich sich erneuender Angriffe mit Minen (mindestens sechs großen), Brandlegung und Ansturm, hatte Glacis-Brustwehr und Pallisadirung Widerstand geleistet! So viel aus Beschreibung und Plänen zu entnehmen ist, hat der gedeckte Weg außer der Banket-Pallisadirung und redanförmigen Pallisaden-Tambours in den eingehenden Waffenplätzen dem Vertheidiger nichts zu seiner Sicherung geboten. Die Traversirung der langen Zweige ist erst während der Vertheidigung zur Ausführung gekommen. Daß Hohlbauten vorhanden gewesen seien, muß nach dem sehr deutlichen Plane, den Herlin mittheilt, bezweifelt werden, wenn auch in der Legende dieses Planes das Wort „Caponnieren" vorkommt. Die unzweifelhaft vorhanden gewesenen Hohlbauten im Graben haben in jenem Plane ihre deutliche Signatur; im gedeckten Wege findet sich diese nicht, sondern nur diejenige für einfache lineare Pallisadirung.

Freund und Feind hatten einander so nahe gegenüber gestanden, daß nicht selten zwischen Glacискrönung und gedecktem Wege Worte gewechselt wurden. Von Worten kam es leicht zu Thätlichkeiten. Ein Augenzeuge berichtet, wie eines Tages die Kaiserlichen mit einer Hakenstange Türken geangelt hätten, die

ihre Kameraden dann aber an den Beinen wieder zurückzuziehen ſich bemühten.

25.

In der Nacht vom 7. zum 8. Auguſt begann der Sappeur den regulären Ausbau des Graben-Niederganges vor dem Ravelin.

Am 9. Auguſt wollte der türkiſche Mineur, zur Vorbereitung des Niederſtiegs zum Graben der Burg-Baſtei, dieſer gegenüber die Contreſcarpe einwerfen; die ſtarkgeladene Mine ſchlug aber rückwärts und wirkte ſo verderblich in der Glaciskrönung, daß die zum Sturm bereit gehaltenen Janitſcharen erſchüttert und abgeſchreckt wurden.

Die nächſten Tage brachten wiederholte heftige Zuſammenſtöße im Graben. Durch neue Minen war der Angreifer bemüht, die Contreſcarpe mit immer mehr Lücken zu verſehen, um mit ſtarken Kräften die Sappenarbeit am Graben-Uebergange unterſtützen zu können. Der Vertheidiger benützte ſeine nahen Schutz- und Beobachtungsörter, die Caponnieren und Palliſadirungen zwiſchen Ravelin und Baſtei, zu häufigem, ſtürmiſchem Vorbrechen.

Von ſichtlichem Erfolge war einer dieſer Ausfälle am Abend des 11. Auguſt, der die im Graben Arbeitenden bis in die Glaciskrönung zurücktrieb.

An den Kämpfen um den Abſtieg in den Graben und die Feſtſetzung in demſelben hat der türkiſche Mineur ſich mit etwa 12 Sprengungen betheiligt.

Darüber verging faſt eine Woche, nach deren Verlauf ein neuer Akt begann.

26.

Am 12. Auguſt um Mittag hatte der Angreifer ſeine Breſchmine unter der Spitze des Burg-Ravelins fertig, gab Feuer und ſtürmte die gelungene Breſche. Der Vertheidiger war darauf gefaßt geweſen und empfing ihn gebührend. Vier Stunden lang dauerte das Ringen; der Feind wurde für diesmal abgewieſen Sein Verluſt wird auf 2500 Mann angegeben. Mit Dünger, Woll- und Sandſäcken wurde eiligſt die Escarpen-Steile wiederhergeſtellt, durch Palliſaden die Bruſtwehr erſetzt.

Während ſolchergeſtalt die vorderſte Feuerlinie des Ravelins erneuert wurde, waren für die weitere Vertheidigung Abſchnitte fertig und in Vertheidigungsbereitſchaft gebracht.

Hauptſächlich um den Beſitz des Burg-Ravelins drehten ſich die erbitterten Kämpfe der nächſten Tage: Stürme von der einen, ſtehende Vertheidigung und Ausfälle von der anderen Seite; neue Minen des Angreifers, um die immer wieder geſperrte Pforte zu erbrechen; Gegenminen, die der in Uebung gekommene Vertheidiger nun auch wirkſamer applicirte, mit denen er die feindlichen Verbauungs-Verſuche ſtörte und verzögerte.

Endlich, nach 11 Tagen, am 23. Auguſt konnten die Türken ihre Feſtſetzung im vorderen Drittel des Ravelins für geſichert erachten; dicht vor ihnen ſtand der Vertheidiger in ſeinem Abſchnitt.

Zwei ſehr glückliche Entdeckungen machten die Mineure des Vertheidigers am 24. und 25. Auguſt. Sie ſtießen — 3 m unter der Hofſohle und in 14 m Abſtand von der türkiſchen Verbauung — auf die noch im Vortreiben begriffene türkiſche Galerie. Die überraſchten Türken flüchteten mit Hinterlaſſung ihres Werkzeuges. Ohne dieſe glücklichen Funde wäre ohne Zweifel das Ende des Ravelins ſehr nahe geweſen.

Bei den Türken trat in dieſer Zeit eine große Entmuthigung ein. Man darf mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß ſie bereits 40 000 Mann — theils im Kampfe, theils durch Krankheiten — verloren hatten. Viele ihrer Leichen lagen, kaum oder gar nicht mit Boden bedeckt, denn Starhemberg hatte trotz wiederholten Anſuchens nicht die kleinſte Waffenruhe zur Beerdigung der Todten zugeſtanden. Er wollte den Feind mürbe machen; Geſicht und Geruch ſollten ihm das Angriffsfeld verleiden. Der Muth der türkiſchen Truppen wankte auch in der That. Viele Egypter verließen bereits die Laufgräben; die Janitſcharen machten ſogar ein altes Recht geltend, wonach ſie angeblich nicht länger als 40 Tage verpflichtet waren, der Belagerung deſſelben Platzes obzuliegen.

Der Großweſir mußte all ſein Anſehn und ſeine Ueberredungskunſt, Vorſpiegelungen von der Erſchütterung des Vertheidigers, von dem Elende, das in der Stadt herrſche, von der Beute, die in Ausſicht ſtehe, er mußte ſchließlich den frommen Zuſpruch eines heiligen Mannes und redegewaltigen Predigers aufbieten, um den Kampfesmuth der Janitſcharen wieder zu beleben.

Am 25. Auguſt begann der türkiſche Mineur ſein Werk an der Löbl-Baſtei. Dies gab Anlaß zu einem ſehr furiöſen Ausfall, der zwar der Beſatzung bedeutende Verluſte zufügte, den

Angreifer aber doch auch empfindlich ſchädigte und im Vorſchreiten aufhielt.

Am 26. Auguſt ſpielte im Burg-Ravelin eine Mine am Morgen und eine am Abend. Vielleicht war der Mineur, durch die neuliche Erfahrung eingeſchüchtert, nicht weit genug vorgegangen; jedenfalls wurde kein Erfolg erzielt, der Vertheidiger wies den Anſturm zurück und behauptete ſich in ſeinem Abſchnitte.

27.

Inzwiſchen beſchäftigte ſich der Angriff, nächſt dem Ravelin, am ernſtlichſten mit der Löbl-Baſtei. Er hatte in eine ſeiner vorderſten Poſitionen 3 Geſchütze (24-Pfünder) zu einer Art Breſchbatterie vorgezogen, mit der er das Escarpen-Mauerwerk der linken Face bearbeitete. Wahrſcheinlich wollte er dadurch zugleich den Graben-Uebergang unterſtützen, den er durch die Lücke zwiſchen Löbl-Baſtei und Burg-Ravelin gegen die Kurtine in der Nähe des linken Kehlpunktes der Löbl-Baſtei herſtellen mußte, um ſchließlich an der bezeichneten Stelle die Kurtine durch den Mineur einwerfen zu können.

Er hat dieſen Weg mit großem Nachdruck verfolgt. Der Plan zeigt nicht nur einen einfachen Uebergang, ſondern etwa zehn nebeneinander laufende Sappen, die über den Platz, wo die Caponniere gelegen haben muß, hinweg, in voller Breite die Lücke zwiſchen Ravelin und Baſtion füllend, ſich gegen die Kurtine richten.

Man erkennt in dieſer letzten Arbeit des Sappeurs daſſelbe charakteriſtiſch-türkiſche Princip, auf das wir bei der Schilderung des Sappenangriffs auf dem Vorfelde aufmerkſam gemacht haben: wie die Türken im *Felde* mit großen Maſſen auftraten, ihre Stürme auf *Verſchanzungen* mit großen Maſſen führten, ſo müſſen auch die Wege, die der *Sappeur* herſtellt, ein *Vielfaches* von dem ſein, was im chriſtlichen Europa zur Zeit gebräuchlich war.

Der bezeichnete Weg wurde ihnen, wie alle ihre Wege vor Wien, von der unermüdlich thätigen, zähen und hartnäckigen Vertheidigung hart ſtreitig gemacht; ſie verloren oft wieder Terrain, ihre Sappeurs wurden verjagt oder getödtet, ihre Sappen und Galerien zerſtört.

Digitized by Google

Auch auf ſeinem dritten Wege gegen das Burg-Baſtion ſchob ſich der Angreifer, wenn auch langſam und viel unterbrochen, durch Ausfälle und Handgranaten beläſtigt, mehr und mehr im Graben vor, denn auch hier war das nächſte Ziel das Anlegen einer Breſchmine.

28.

Am 29. Auguſt erſchütterte abermals eine ſehr wirkungsvolle Angriffsmine das Ravelin, welcher 100 Mann von der Beſatzung zum Opfer fielen.

Gleichwohl wurde der Abſchnitt noch nicht verlaſſen. Lebhaftes und gut gezieltes Kartätſchfeuer von der Kurtine und den Baſteien concentrirte ſich auf die Verbauung des Angreifers und das kleine Fleckchen des Ravelin-Hofes, das ihn noch vom Vertheidiger trennte.

Endlich, in der Nacht vom 2. zum 3. September, gelang die Wegnahme des Abſchnittes. Die letzten überlebenden 50 Mann der Ravelin-Beſatzung wurden in den Palliſaden-Tambour gedrängt, der in der Mitte der Kehle den Aufgang aus dem Graben deckte.

Die Caponniere im Graben zwiſchen Ravelin und Löbl-Baſtei brannte nieder; auch an den Palliſaden-Tambour im Ravelin legten die Türken Feuer.

Der halbe Beſatzungsreſt ſchoß, die andere Hälfte ſuchte das Feuer zu löſchen.

Jetzt ließ dem tapferen Häuflein Starhemberg ſagen: er gäbe ſeine Erlaubniß, daß ſie den Poſten verließen. Aber ſie blieben und hielten die Nacht durch Stand, bis der Capitän, der ſie führte und die Hälfte der Mannſchaft gefallen waren.

Andere 50 Mann unter einem anderen Hauptmann kamen am 3. September Vormittags, die Letzten abzulöſen.

Als auch der neue Führer und ein Theil der Leute gefallen waren, befahl Starhemberg die Räumung des Poſtens.

Am 12. Auguſt war die Ravelinſpitze in den Graben geſtürzt; am 3. September ſtanden die Türken als Sieger an der Kehle; 22 mal 24 Stunden hatte dieſes eine Werk von mäßigem Umfange ſich gehalten. Zu ſeiner Bezwingung haben etwa 15 Minenſprengungen mitgewirkt.

In den erbitterten Kämpfen gab es keine Schonung oder einfache Gefangennahme mehr; Alles, was tödten konnte, wurde aus den Zeughäuſern hervorgeholt: neben dem Geſchütz, den

Musketen, Doppelhaken, metallenen und gläſernen Handgranaten, Säbel und Picke wirkten auch Senſen an langen Stielen, Hellebarden, Morgenſterne, Pech und Waſſer, das Weiber und Kinder ſiedeten und herzutrugen; das bürgerliche Zeughaus allein hat in ſeiner Ausgabe-Nachweiſung 664 Centner Pech, wovon allerdings viel zu techniſchen, Bau- und Beleuchtungszwecken verwendet, viel aber auch auf Türkenköpfe gefloſſen ſein mag.*)

29.

Mit dem Falle des Ravelins war eine Hauptnummer des türkiſchen Programms erledigt; über die folgenden konnte kein Zweifel beſtehen: die Baſteien — wenn auch durch Schüſſe geſchädigt und erſchüttert — hatten doch nicht vom Geſchütz, ſondern vom Mineur ihre Fällung zu gewärtigen. Die Baſteien hatten ihre Abſchnitte; die materielle, fortifikatoriſche Möglichkeit lag vor, ſie eben ſo gut und ſo lange zu halten wie das Ravelin; ob aber die Kräfte der Beſatzung, bei den großen Verluſten, die täglich die Waffen des Feindes und die rothe Ruhr verurſachten, noch eine oder zwei Wiederholungen der Ravelin-Vertheidigung geſtatten würden? Der energiſche Kommandant bezweifelte es nicht, er verrieth wenigſtens keinen Zweifel. Ueber die Baſteien hinaus hatte er ſchon an die Kurtine gedacht.

Wie es bei dem weit ausholenden Minenangriff und dem Zeitaufwande, den eine ſo hartnäckige Vertheidigung verurſacht, nicht anders ſein kann — hatte der Angreifer genau den Punkt verrathen, wo er die Kurtine niederzuwerfen gedachte. Der Kommandant hatte dieſe Ankündigung ſofort beherzigt und Abſchnitte auf der bedrohten Strecke herſtellen laſſen; die Vertheidigung des gedeckten Weges würde ſich hier haben wiederholen können. Aber ſelbſt über die Kurtine hinaus ging Starhembergs Vorausſicht und Fürſorge; Straßenſperren, Barrikaden, Vertheidigungs-Einrichtung von Häuſern in den an die Angriffsfront grenzenden Stadttheilen wurden entworfen und die geeigneten Materialien bereit gelegt. Bereit, d. h. bereitwillig kamen Menſchen und Dinge dem Kommandanten zwar nicht durchweg mehr entgegen,

*) Zur nächtlichen Beleuchtung der Gräben dienten Pechkränze und Dachſchindeln (an denen bei den vielen zerſchoſſenen Häuſern kein Mangel war), in Theer und Pech getaucht.

aber er verſtand ſie willig zu machen: fehlte Holz, ſo wurden Dächer abgetragen, fehlten Arbeitskräfte, ſo wurden die Vorſichtigen und Feuerſcheuen unter den Einwohnern aus ihren ſicherſten Kellerwinkeln aufgeſtöbert.

30.

Die Feſtung war eingeſchloſſen und die Türken hielten aufmerkſame Wache; gleichwohl gelang es zu wiederholten Malen Botſchaft hinaus und herein zu ſchaffen. Die Leiter des Widerſtandes waren daher in Kenntniß, daß der Entſatz ſich rüſte, und wußten, oder durften doch hoffen, daß es nur darauf ankomme, noch Tage, höchſtens Wochen das Vorſchreiten des Angriffs aufzuhalten. Was den offen zu Tage geführten Kampf betrifft, that die Beſatzung ihre volle Schuldigkeit, die Zähigkeit und Standhaftigkeit im Behaupten war der Heftigkeit und dem Nachdruck im Andrängen vollkommen ebenbürtig. Von dem wichtigen unterirdiſchen Kampfe kann nicht das Gleiche zugeſtanden werden Unverkennbar hatte die aus wenig oder gar nicht geſchulten Perſonen gebildete Genoſſenſchaft im Minengraben und Laden allmälig Erfahrung und eine größere Gewandtheit gewonnen (man zählt etwa 7 unterirdiſche Begegnungen und Entdeckungen feindlicher Arbeiten; der Contre-Mineur hat vielleicht 10 mal geſchoſſen, dabei aber kaum 50 pCt. Treffer gehabt) — im Ganzen ſind die Leiſtungen doch nur mäßige. Der für den Contre-Mineur überaus wichtige Horchdienſt iſt ein ſehr ſchwieriger; man täuſcht ſich ſchon in freier Luft (infolge der wechſelnden Dichtigkeit der Atmoſphäre und der Schallreflexe) über Art und Ort der Urſache von Gehörempfindungen; unter der Erde, wo das ſchallfortpflanzende Mittel in Bodenſchichten beſteht, iſt das Urtheil noch viel unſicherer; es wird außerdem durch die Konkurrenz fremder, oberirdiſcher Geräuſche leicht beeinflußt. Wenn der Platz (wie in Kandia der Fall war) ein weitverzweigtes vorbereitetes Minenſyſtem hat, in welchem zeitweiſe eigne Arbeiten gar nicht ausgeführt werden oder auf ein gegebenes Zeichen in gleichem Augenblicke aufhören, dann können die in ihren Horchgängen mit dem Ohr am Boden auf der Lauer liegenden Wachen, die durch Uebung und Erfahrung den Schall der verſchiedenartigen Hantirungen des Mineurs kennen, allenfalls Art und Richtung zutreffend beurtheilen; aus der Zuſammenſtellung der über denſelben Zeitmoment von den verſchiedenen Oertern eingehenden Horch-Rapporte kann

demnächſt der Leitende, unter Zuhilfenahme des Planes, den Ort des Gegners ermitteln und die geeigneten Anordnungen treffen, um durchſchlägig zu werden, d. h. die Galerie des Feindes direkt zu öffnen die feindlichen Arbeiter zu vertreiben, die etwa ſchon eingebrachte Ladung fortzunehmen oder ungefährlich zu machen, ſchlimmſtenfalls die eigene Galerie zu verſpreizen und die eigenen Arbeiter zurückzuziehen, um den Schuß des Gegners möglichſt unverderblich zu machen. Dieſer Dienſt iſt — wie aus den Berichten, namentlich auch dem von Scheither gegebenen, zu ſchließen — in Kandia ſehr gut organiſirt geweſen und ausgeführt worden; der Angreifer hat dort den größten Reſpekt vor ſeinem unterirdiſchen Gegner gehabt.

In Wien beſtand kein Contreminen-Syſtem. Im gedeckten Wege und im Ravelin konnte der Vertheidiger dem Angriffs-Mineur nicht anders beikommen als durch Aufgraben von Tage aus. Ein ordentlicher Horchdienſt war hier unmöglich, denn aus der Luft in den Boden hört man kaum, wenn jene ſtill iſt, geſchweige durch das Getöſe des oberirdiſchen Feuergefechts hindurch. Hier waren Begegnungen und Minen-Auffindungen alſo Glücksfälle. Die Baſteien haben jedenfalls in den Flanken Souterrains beſeſſen; leider konnten wir nichts darüber feſtſtellen, ob ſie nicht vielleicht auch jene kleinen Escarpengalerien beſeſſen haben, die in den Bauwerken italieniſchen Stils nicht ſelten angetroffen wurden. Dieſelben dienten nicht der Feuervertheidigung des Grabens, ſondern der Vertheidigung gegen den Breſchmineur. Dieſer Anlagen wegen war es in der Zeit der höchſten Blüthe der Breſchlegung durch Minen Regel, unter den Fundamenten der einzuwerfenden Mauer, folglich auch unter der etwa vorhandenen Escarpengalerie fort, an den Ort hinter der Mauer vorzudringen, wo die Ladung anzubringen war.

De Ville, ein Zeitgenoſſe Freitags (gegen 1630), ſchildert ſehr ausführlich den normalen Weg des Breſchmineurs. Dieſer Weg iſt weit und beſchwerlich. Er beginnt in dem vorderſten oberirdiſchen Laufgraben, (Waffenplatz, Glaciskrönung oder Logement); er gewinnt die Tiefe mit lothrechtem Schacht (à plomb) oder mit geneigtem, einem ſogenannten Schleppſchacht (descente); er geht vorwärts durch föhlige Galerien (allée bei weiterem, canal bei engmöglichſtem Querſchnitte), unterfährt ſo die Grabenſohle und muß drüben an der Escarpe meiſtens nochmals in die

Tiefe. An der Contreſcarpe oder auch an der Escarpe legte man, um mehr Front und ein Relais für den Bodentransport zu gewinnen, gewöhnlich Querſchläge (taillades) parallel zur feindlichen Mauer an, von denen aus man dann an beliebigen Stellen weiter vorging. Wir ſehen hier ein unterirdiſches Abbild des Sappen-Angriffs; die Tailladen ſind gleichſam die unterirdiſchen Parallelen, während die Deſcenten, Alleen und Kanäle die Approchen vertreten. Eine beſonders kunſtreiche Schachtführung war die „cascane“, nämlich ein lothrechter Schacht in mannshohen Abſätzen, um die Communication der Arbeiter und das Zureichen des Bodens in Körben von Abſatz zu Abſatz zu erleichtern.

Tenſini, der gleichzeitig mit de Ville ſchrieb, tadelt dieſes umſtändliche Miniren von weit her und will den Mineur, nachdem der Sappeur den Grabenübergang hergeſtellt hat, oberirdiſch an der Escarpe anſetzen. Breſchlegung durch den Mineur zieht auch Tenſini ausdrücklich dem unſichern Breſcheſchießen vor.

Daß die Türken vor Wien vorzugsweiſe den von Tenſini bezeichneten Weg eingeſchlagen haben, iſt unverkennbar; er hat die langwierigen erbitterten Grabenkämpfe verurſacht. Einzelne Angaben bringen auf den Gedanken, daß ſie auch eine Unterfahrung der Fundamente an einzelnen Stellen, namentlich an der Burg-Baſtei, verſucht haben mögen; an den eben ſkizzirten ſyſtematiſchen Gang, von dem de Ville berichtet, dürfte dabei jedoch nicht zu denken ſein. Mittheilungen finden ſich jedoch, die dahin lauten, daß man im Platze den türkiſchen Mineur unter ſich gehört habe. Dies wäre am glaublichſten, wenn die Burg-Baſtei eine Escarpengalerie gehabt und der türkiſche Mineur das Escarpen-Fundament unterfahren hätte. Freilich iſt das ungeübte Ohr — namentlich unter dem Einfluſſe der Furcht vor dem Mineur, die der Furcht vor dem Erdbeben gleicht — der unzuverläſſigſte unter den Sinnen des Menſchen. Zwei Vorkommniſſe mögen als Beiſpiel und Belege dienen. Eines Tages wurde Starhemberg beim Mittagseſſen aufgeſchreckt mit der Nachricht, der türkiſche Mineur ſei bereits unter der Burg; als man dem Klopfen nachging, kam man im Souterrain in — einen Pferdeſtall! — Scheither berichtet von einer im Jahre 1646 auf die Minenfurcht baſirten Kriegsliſt eines Belagerers, der ſich wegen der anderweitigen Kriegslage zum Abzuge gezwungen ſah, wenn er nicht alsbald Herr des Platzes würde. Er ließ oſtenſibel einige Gefangene oder Spione in ſeinem

Logement Schächte und Ladungs-Vorbereitungen ſehen. Dann ſorgte er dafür, daß dieſe Wahrnehmung in die Feſtung gelangte. Dort war ſchnell das Gerücht verbreitet, daß in jedem Augenblicke die ganze Stadt in die Luft fliegen könne. Magiſtrat und Bürgerſchaft, Frauen und Kinder, die geſammte Geiſtlichkeit — eilten zum Kommandanten und baten fußfällig, er möge das ſichere Verderben Aller abwenden und ſchleunigſt kapituliren! Der Kommandant war ein guter Mann und ein ſchlechter Mineur; er kapitulirte wirklich — obwohl ſeine Feſtung einen breiten Waſſergraben hatte!

Daß die improviſirten Wiener Contre-Mineure bei allem guten Willen ſich den Minen-Gruſel nicht ganz haben abgewöhnen können, bezeugt eine Aeußerung Starhembergs in einem ſeiner Briefe an den Herzog von Lothringen. Er beklagt, daß er in dieſem wichtigen Stücke der Vertheidigung ſchlecht bedient ſei und ſagt: wenn ſeine Minirer vom Feindlichen etwas hörten, ſo hielte ſie kein Teufel mehr vor Ort feſt.

31.

Am 2. September rüttelte die erſte türkiſche Mine an der Burg-Baſtei, ohne ſie ernſtlich zu beſchädigen.

Am 3. September ſtießen unter dem Baſtion die beiderſeitigen Mineure aufeinander. Leider fehlt die Erklärung, auf welchem Wege der Vertheidiger zu dieſer Begegnung gelangt iſt; es bleibt alſo überlaſſen, eine Aufgrabung oder Schachtabteufung vom Hofe des Baſtions, oder das Ausgehen aus einem Souterrain, aus der möglicherweiſe vorhanden geweſenen Escarpengalerie anzunehmen. Beide Parteien erſchraken und flohen vor einander. Es fanden ſich jedoch beim Vertheidiger Beherzte, die wieder vorgingen, ſich aber begnügten, die vorhandene Lücke zu ſchließen.

Leider wurde der glückliche Zufall nicht ausgebeutet, ein nahe gelegener türkiſcher Minenofen wurde nicht aufgefunden, und ſo ſprang denn am 4. September eine gewaltige Mine, die auf 10 m Länge die rechte Face der Burg-Baſtei niederwarf.

Zu dem unmittelbar anſchließenden Sturme ſoll der Angreifer 4000 Mann geführt haben. Er wurde mit einem Verluſte von 500 Mann abgewieſen, die Breſche nach Möglichkeit ebenſo wieder hergeſtellt, wie es bei der erſten Breſche im Ravelin geſchehen war.

Ein am 5. September wiederholter Sturm wurde gleichfalls abgeſchlagen.

Die Burg-Baſtei iſt noch von 2 Schüſſen des Mineurs getroffen worden. Der Angreifer würde natürlich gern auch dieſes Werkes Herr geworden ſein, namentlich um ſich gegen Rückenfeuer für den Moment zu ſichern, wo er an dem ins Auge gefaßten eigentlichen Einbruchspunkt, dem Kurtinen-Anſchluß an die Löbl-Baſtei, angelangt ſein würde; die Burg-Baſtei war ihm jedoch, wenn auch wünſchenswerth, ſo doch nicht unerläßlich nothwendig, und da er nun doch ſchon auf dem Punkte war, an das Haushalten mit ſeinen Kräften denken zu müſſen, ſo übte er hier einen nur mäßigen Druck. Um ſo kräftiger wandte er ſich gegen die Löbl-Baſtei.

32.

Am 6. September Mittags ſpielte hier die gefürchtete Mine. Von der unten 7 m dicken Bekleidungsmauer der linken Face wurden 12 laufende Meter zertrümmert.

Auch hier ſchloß ſich der Sturm einiger tauſend Türken unmittelbar an; ein erbitterter Kampf, wie alle vorherigen, folgte; nach zweiſtündigem Ringen wich der Angreifer mit Hinterlaſſung von 1500 Todten.

Am 8. September erhielt die Löbl-Baſtei durch 2 Minen eine zweite Breſche und erfuhr einen neuen ſehr heftigen Anſturm, der zuletzt eine für den Vertheidiger bedenkliche Wendung zu nehmen drohte. Da entſtand ein Alarm im Lager, der die Janitſcharen ſtutzig machte und zum Ablaſſen bewog. Wahrſcheinlich haben ſie den Entſatz, deſſen Vorbereitung ihnen nicht verborgen geblieben war, für die Urſache jenes Alarms gehalten und ſind deshalb von der Breſche zurückgewichen.

33.

Am 9. September gelang dem Angreifer wieder ein wichtiger Fortſchritt, indem er die Vertheidiger aus dem Unterwall vor der Kurtine an der Löbl-Baſtei verdrängte. Durch dieſen Erfolg endlich Herr des Grabens bis an den Fuß der Escarpe, war er nun im Stande, den Breſchmineur an der Kurtine anzuſetzen. Es ſoll dies an 3, nach anderen Berichten ſogar an 7 Stellen geſchehen ſein.

34.

Von da ab hat die Belagerung noch drei Tage gewährt, denn die Laufgräben blieben beſetzt, die Batterien feuerten und der

Mineur unterwühlte die Kurtine, obgleich der Großweſir mit ſeiner Hauptmacht nunmehr die große Linksſchwenkung hatte ausführen müſſen, durch die er Front gegen den Wiener Wald und den von dort zu gewärtigenden Entſatz machte.

Drei Tage, in denen keiner jener großen und intenſiven Zuſammenſtöße ſich mehr ereignete, dergleichen in unüberſehbarer Fülle von Anſturm, Widerſtand und Ausfall ſeit dem 19. Juli ſtattgefunden hatten, in denen aber die Spannung begreiflicherweiſe den höchſten Grad erreicht hatte!

Durch den Verluſt vor dem Feinde und durch Krankheit war die Beſatzung auf ein ſchwaches Drittel ihres anfänglichen Beſtandes zuſammengeſchmolzen; auch die Einwohnerſchaft hatte ſchwer gelitten, Muth und Spannkraft ließen nach; endlich gingen auch die Lebensmittel zur Neige.*)

Es drang Nachricht in die Stadt, daß nun die Hilfe nahe ſei; dann ſah man ihre Boten, die Raketen, ſteigen; dann eine Fahne auf dem Kahlenberge wehen; ſah endlich die an den Hängen des Gebirges niederſteigenden Schaaren der Freunde, ſah Chriſten und Türken aufeinanderſtoßen . . . welche 3 Tage der höchſten Spannung!

In jedem Momente, während draußen auf dem Felde ſchon gekämpft wurde, konnten hier in der Feſtung die letzten Minen ſpringen, konnte die Kurtine zuſammenſtürzen und über ihre Trümmer der Feind in die Stadt einbrechen!

Für unſere Betrachtung iſt hiermit die Belagerung von Wien zu Ende. Nicht minder intereſſant und lehrreich wie die Geſchichte dieſer Belagerung iſt die Geſchichte des Entſatzes, der wir uns jetzt zuzuwenden haben.

35.

Als Krems und Tulln an der Donau, oberhalb Wien, den im Anmarſch befindlichen Hilfsvölkern als Sammelſtellen bezeichnet wurden, war man ſelbſtredend ſchon ſchlüſſig über den Operationsplan für den Entſatz von Wien.

Der Herzog von Lothringen machte Vorſchläge, der Hof-Kriegsrath berieth, und der Kaiſer traf die Entſcheidung.

---

*) Der brave Bürgermeiſter v. Liebenberg erlag in dieſen letzten Tagen der Krankheit, die ſo Viele hingerafft hat.

Es ſtanden ſich anfänglich zwei Meinungen gegenüber, behufs deren Würdigung man die Boden- und Waſſer-Verhältniſſe des Landſtriches, in dem der Kampf zu führen war, ſich vergegenwärtigen muß.

Zwiſchen dem Inn, an deſſen Einfluß Paſſau liegt, wo damals der Kaiſer Zuflucht geſucht hatte, und dem Wienfluſſe — eine Strecke von reichlich 30 geographiſchen Meilen — zieht ſich als nördliche Vorſtufe der Alpen die wellige, durch Seitenthäler ſtark eingekerbte Terraſſe des öſterreichiſchen Berglandes (Oeſterreich ob und unter der Enns) das rechte Donau-Ufer entlang von Weſten nach Oſten. Unfern oberhalb Wien nimmt die Donau eine von Nordweſt nach Südoſt verlaufende Richtung. Hier iſt der rechte Flügel jener Terraſſe, das höher aufſchwellende Berggebiet des Wiener Waldes. Derſelbe ſetzt ſich in ſeinem gegen Nordweſt gerichteten Abfalle (vergl. Fig. 1 der beiliegenden Zeichnung) mit faſt geradlinigem Fuße ſcharf markirt von einer Weitung des Donau-Thales, dem „Tullner Felde", ab und wird von einem mit der Stadt Tulln gleichnamigen rechtsſeitigen Donau-Zufluſſe beſäumt. Mit ſeinem nördlichſten Punkte tritt der Wiener Wald dicht an das rechte Stromufer, begleitet daſſelbe längs der hier beginnenden nordweſt-ſüdöſtlichen Strecke bis dahin, wo der Wiener Donauarm, der Donau-Kanal, ſich vom Hauptſtrom abſpaltet, und biegt dann mit ſeinem Südfuße von der Donau ab.

Auf dem linken Donau-Ufer treten die viel unbedeutenderen Erhebungen der ſüdlichen mähriſchen Terraſſe, insbeſondere ein die March rechtsſeitig in nord-ſüdlicher Richtung begleitender Rücken, im Biſamberge an den Strom heran. Aus der Gebirgspforte, die einerſeits der Wiener Wald, andererſeits der Biſamberg bilden, tritt die Donau in eine Tiefebene — links das Marchfeld, rechts das Steinfeld.

Den Uebergang aus dieſem „Wiener Becken" in die oberungariſche Tiefebene bildet eine zweite Gebirgspforte, indem bei Presburg — 8 Meilen oder 55 km unterhalb Wien — links die kleinen Karpathen, rechts das Leitha-Gebirge dicht an den Strom treten; jene Mähren, dieſe Oeſterreich gegen Ungarn abgrenzend.

Die Donau hat durchweg einen ſehr gewundenen Lauf, iſt vielfach in Arme geſpalten und enthält zahlloſe große und kleine, großentheils bewaldete Strominſeln, „Auen."

Ueber die Donau-Spaltung bei Wien, ihre heutige, von der damaligen verſchiedene Beſchaffenheit, iſt bei der Schilderung der Stadtlage das Erforderliche bereits angeführt worden.

36.

Die Bedeutung von Presburg für die dermalige Kriegslage iſt bereits bei Erwähnung der Unternehmung des Herzogs von Lothringen, durch welche derſelbe Tököly von der Donau abgedrängt hatte, gewürdigt worden.

Wie es unbedingt richtig geweſen war, Tököly nicht nach Presburg zu laſſen, von wo er freundſchaftlich Fühlung mit den Türken würde haben gewinnen können, ſo wäre es nur folgerecht geweſen, ſelbſt Presburg zu behaupten, um feindlich mit den Türken in Fühlung zu kommen. Hatte der Herzog im Juli ſich für zu ſchwach erachten dürfen, dieſe die Operationslinie des Feindes bedrohende Stellung zu behaupten, ſo blieb zu erwägen, ob die durch auswärtige Hilfe auf das Vierfache geſtiegene Streitmacht nicht ſtark genug ſein werde, den Entſatz von Wien über Presburg herbeizuführen.

Der Herzog von Lothringen vertrat von Anfang an die andere Meinung, nämlich: von oberſtrom her, über den Wiener Wald, den Türken in Rücken und linke Flanke zu kommen.

Dies würde in unſeren Tagen eine ſehr bedenkliche Unternehmung geweſen ſein. Ein Angreifer von heut, dem zwei Monate Zeit zum Angriff von Wien und zur Deckung ſeiner linken Flanke, und gegen 200 000 Mann zur Dispoſition ſtünden, würde aus dem Wiener Walde mehr als ein Plewna machen und dem Entſatzheere einen üblen Empfang bereiten.

Aber der Herzog von Lothringen war ein Feldherr des 17. Jahrhunderts und hatte mit den Türken und Ungarn dieſes Jahrhunderts zu thun.

Beider Gegner Hauptſtärke im Felde beſtand in der Reiterei und zwar in einer Reiterei, wie ſie in unſeren Tagen Rußland in Turkeſtan findet, die blitzſchnell kommt und blitzſchnell ſchwindet, beſtändig neckt und ſchädigt, was ſich nicht wehren kann, aber Infanterie-Maſſenangriffen, auch geordneter feſtgeſchloſſener Reiterei und dem Artilleriefeuer ſchlecht Stand hielt.

Solchem Feinde gegenüber war die Ausdehnung bis Presburg nicht unbedenklich. Es hätte gegolten, vor Ankunft des Entſatzes,

bei Preßburg feſten Fuß zu faſſen und Brücken über die Donau zu ſchlagen. Das Material dazu konnte von der unterhalb Preßburg gelegenen Donauſtrecke wegen der durch Tököly herbeigeführten Unſicherheit, und von oberhalb her wegen der Türken ſchwerlich zuſammengebracht werden. Auch für das geſammelte Entſatzheer erſchien es als gefährliche Aufgabe, zwiſchen zwei Feinden, die ſo leicht beweglich waren, wie die Türken in der Front und die Ungarn im Rücken, den Stromübergang auszuführen. Endlich konnte man aus Sicherheitsgründen nicht daran denken, die aus drei Richtungen — von Bayern und Schwaben, von Sachſen und von Polen — herankommenden Hilfsvölker einzeln nach Preßburg zu inſtradiren; ſammelte man ſie aber erſt oberhalb des Wiener Waldes, dann konnte man, wenn der Weg über dieſen in die linke Flanke des Belagerers genommen wurde, der bedrängten Stadt mindeſtens 3 bis 4 Tage früher zu Hilfe kommen, als wenn über Preßburg der Angriff auf die rechte Flanke des türkiſchen Heeres gerichtet worden wäre.

37.

Der Großweſir wußte von Anfang an, daß Entſatz geplant werde; er erkannte auch, daß es für ihn vortheilhaft ſein würde, wenn es gelänge, den Keim und Kern des Entſatzes, die unter dem Herzog von Lothringen im Felde ſtehenden Streitkräfte des Kaiſers von der Donau abzudrängen. Als ſich daher die durch den Zuſammenſtoß bei Preßburg in Unordnung gerathenen Schaaren Tökölys wieder geſammelt hatten, veranlaßte er ſeinen Bundesgenoſſen zum Einfall in Mähren, um den Herzog im Rücken zu bedrohen, zu beſchäftigen und abzuziehen, während er ſeinerſeits von ſeiner Angriffsſtellung vor Wien aus oberhalb der Stadt ſich auf dem linken Stromufer bis in die Höhe des Wiener Waldes in Beſitz des Geländes zu ſetzen ſuchte.

Ein Verſuch gegen das feſte *Kloſterneuburg* mißlang, zufolge tapferer Abwehr der Bürgerſchaft und der geiſtlichen Herren des berühmten und reichen Auguſtiner-Stiftes. Auf dem linken Ufer kam es — am 24. Auguſt — zu einem heftigen und blutigen Zuſammenſtoß am *Biſamberge*. Die Türken erlitten eine entſchiedene Niederlage und der Herzog blieb ſo vollſtändig Herr des linken Ufers, daß die Verſammlung der Hilfsvölker bei Krems und Tulln auf dem *rechten* Stromufer durchaus geſichert erſchien.

Die nöthigen Brücken für die Sachſen und Polen waren hier jeder Bedrohung und Gefährdung durch den Feind entzogen.

Da der Großweſir um dieſe Zeit nicht mehr zweifelhaft ſein konnte, von wo her der Feind zu erwarten ſei, muß es Wunder nehmen, daß er nichts zur Behauptung des Wiener Waldes gethan hat. Einige Nachrichten ſprechen zwar von Wegſperrungen durch Verhaue, doch haben dieſe — wenn ſie überhaupt beſtanden — durchaus keine taktiſche Bedeutung, da ſie jedenfalls nachmals nicht beſetzt und vertheidigt worden ſind.

Vielleicht war es Sorgloſigkeit und Ueberhebung, Trotzen auf ſeine numeriſche Ueberlegenheit, was den Großweſir bewogen hat, den Vortheil, den ihm die Natur des Geländes bot, nicht auszunutzen, vielleicht auch richtige Erkenntniß der Unzulänglichkeit ſeiner Führerkunſt und der taktiſchen Ausbildung ſeiner Soldaten, was ihn von der Zertheilung ſeiner Kräfte in einem unüberſichtlichen, viel durchſchnittenen Berg- und Waldrevier abgeſchreckt hat. Jedenfalls hat der Großweſir durch ſein paſſives Abwarten der Gegenpartei das gefährlichſte Stück ihrer Aufgabe, das Ueberſteigen des 11 km breiten Wiener Waldes, zum ungefährlichſten gemacht.

38.

Ob nur kluge Berechnung, Einſicht, richtige Würdigung der Natur des Feindes, ob auch das Glück zum Erfolge beigetragen hat — immer iſt es der Erfolg desjenigen Planes, den der Herzog von Lothringen entworfen, vertreten und durchgeſetzt hat.

Dem Herzoge gebührt daher ein weſentlicher Antheil am Ruhme des Sieges, ein größerer Antheil, als in den allgemein gehaltenen Berichten der Geſchichts-Compendien ihm zugebilligt wird, die — den Polen nachſprechend — nur Johann Sobieski als den Befreier von Wien, den Retter der Chriſtenheit nennen und preiſen.

Kaiſer Leopold, der nach Temperament, Erziehung und Lebensgewohnheiten nichts Feldherrnmäßiges an ſich hatte, empfand es gleichwohl als politiſche Schicklichkeit und Regentenpflicht, in dem Momente — nominell wenigſtens — die Führung zu übernehmen, wo das aus verſchiedenartigen, ſogar national diſſonirenden Elementen zuſammengeſchweißte Kriegsheer ſich zum Entſatze ſeiner vom Erbfeinde bedrängten Hauptſtadt anſchickte. Er nahm

aber wahr, daß Johann Sobieski, im (berechtigten) Gefühle ſeiner militäriſchen Erfahrung, und eiferſüchtig auf ſeine Königswürde, ſich ungern — ſelbſt dem deutſchen Kaiſer — untergeordnet und mit der zweiten Stelle begnügt hätte. Er trat daher von ſeiner Idee, bevor er ſie verlautbart hatte, zurück und begnügte ſich mit Begrüßung und Beſichtigung der zum Kampfe Gerüſteten.

Daß nunmehr der König von Polen an die Spitze des Unternehmens trat, war ſelbſtverſtändlich. Es hätte ihm zuerkannt werden müſſen, auch wenn er mit ſeinen 24 000 Mann nicht den ſtärkſten Beitrag zu dem vereinigten Heere geliefert hätte.

Daß Sobieski unter dieſen Umſtänden der Träger und Repräſentant des Befreiungswerkes, der Gegenſtand des augenblicklichen Enthuſiasmus der befreiten Wiener und der nachfolgenden Bewunderung der Geſchichtſchreiber geworden, iſt erklärlich. Aber mehr erklärlich als gerecht, und es muß jede Gelegenheit ergriffen werden, auch die anderen Mitwirkenden, vor Allen aber den Herzog von Lothringen in den Glorienſchein zu rücken, der Johann Sobieski umſtrahlt.

39.

Am 7. September war das Entſatzheer auf dem Tullner Felde verſammelt.

Ueber die Stärke deſſelben ſchwanken die Angaben in ſehr weiten Grenzen. Nur folgende ſind einfach vorhanden:

	Mann	Reiter	Geſchütze
Die Reichstruppen unter Fürſt Waldeck	7 000	2 500	12
Die Sachſen unter Kurfürſt Johann Georg III.	7 000	2 000	16
Die Kaiſerlichen unter dem Herzog von Lothringen.	8 100	12 900	70
Bis dahin . .	22 100	17 400	98

In Bezug auf die Bayern ſtimmen die Berichte nur für die Reiterei (3000) und Geſchütze (38); die Infanterie wird zu 7500 aber auch zu 13 000 Mann angegeben.

Noch unſicherer iſt die Angabe für die Polen. Neben 28 Geſchützen werden ihnen 10 200, aber auch nur 3000 Mann, und 14 000, aber auch 12 000 Reiter zugeſchrieben.

Man hat demnach die Wahl, die Stärke des Entſatzheeres an Infanterie zu 22 100 + 7 500 + 3 000 = 32 600 Mann
bis 22 100 + 13 000 + 10 200 = 45 300 Mann,
die Reiterei zu 17 400 + 3 000 + 12 000 = 32 400 Pferden
bis 17 400 + 3 000 + 14 000 = 34 400 Pferden
anzunehmen. Der Durchſchnitt der extremſten Angaben führt zu den Zahlen: 61050 Mann, 50800 Reiter, zuſammen 111 850 Streiter und 164 Geſchütze.

„Das Kriegsjahr 1683“ rechnet, daß für den Zuſammenſtoß mit den Türken rund 80 000 Streitbare mit rund 170 Geſchützen in Bereitſchaft geſtanden haben dürften, denen der Großweſir, nachdem er etwa 30 000 Mann zur Fortführung der Belagerung abgezweigt hatte, wahrſcheinlich mit rund 100 000 Mann gegenübergeſtanden habe.

Man wird annehmen dürfen, daß die beiderſeitigen Streitkräfte in der Entſatz-Schlacht ſich nahezu die Waage gehalten haben.

Die einſichtigſten unter den türkiſchen Generalen ſollen noch um dieſe Zeit gerathen haben, dem Feinde entgegenzugehen und im Gebirge Stellung zu nehmen; der Großweſir blieb ſeiner Anſicht treu; er wollte dem Platze nahe bleiben, deſſen Fall vor der Entſatz-Schlacht er wohl noch immer gehofft haben mag, und ſtellte daher ſeine Schlachtordnung am Fuße der ſüdlichen Abhänge auf.

In Fig. 1 der beiliegenden Tafel ſind nur diejenigen Punkte und Linien des Geländes angegeben, aus denen ſich das Hauptgerüſt des Wiener Waldes in Erhebungen und Einſenkungen an Bedeutung für die Taktik des Anmarſches und der Schlacht aufbaut.

40.

Der Abmarſch vom Rendezvous auf dem Tullner Felde erfolgte am 10. September in drei (in der Plan-Skizze durch Pfeile markirten) Marſchlinien.

Die Kaiſerlichen und die Sachſen marſchirten zwiſchen dem Gebirgsfuße und dem Stromufer über Greifenſtein, Höflein, Kritzendorf; Bayern und Reichstruppen nahmen den mittleren Weg über St. Andreä und Gugging; die Polen am rechten Flügel über Königſtetten.

Mitte und rechter Flügel paſſirten die erſte Schwelle des Berglandes. Im Ganzen wurde die Stellung in der Einſenkung,

deſſen Hauptwaſſerlauf der Haſelbach iſt, erreicht, markirt durch die Ortſchaften Kirchbach, Hinterberg, Kirling, Kloſterneuburg.

Daß der letztgenannte Ort, wie oben erwähnt, feſtgehalten war, diente jetzt zu großer Erleichterung der Bewegung. Es war von hier aus bereits am 10. eine Abtheilung auf den Kahlenberg vorgeſchoben worden, die dem bedrängten Wien durch Aufziehen einer Fahne ein tröſtliches Zeichen gab. Ein anderes vorgeſchobenes Detachement hielt die Front gegen feindliche Reitertrupps gedeckt, die jetzt ausforſchend in den Waldbergen erſchienen.

Ein verſuchter Vorſtoß der Türken gegen die Vorwacht auf dem Kahlenberge wurde durch rechtzeitige Zuſendung von Verſtärkungen vereitelt.

41.

Am 11. September wurde bei Tagesanbruch der zweite Tagemarſch angetreten, deſſen Ziel die Kette von Höhepunkten war, die, von Wien geſehen, den Rücken des Wiener Waldes bildet: Dreimarkſtein, Herrmannskogel, Vogelſang, Kahlenberg und Leopoldsberg.

Es mag hier zur Vermeidung von Mißverſtändniſſen angemerkt werden, daß die Bezeichnung „Kahlenberg" damals eine allgemeinere, den ganzen von Wien aus ſichtbaren Rücken in ſeiner rechts gelegenen, zur Donau abfallenden Strecke umfaſſende Bedeutung hatte, daß dieſelbe aber, nach dem zeitgenöſſiſchen Plan von Hallart, noch ſpeciell für die vorderſte Kuppe galt, die heute Leopoldsberg genannt wird. Die auf derſelben Stelle ſchon damals vorhandene Kapelle hieß Leopoldskapelle. Die nächſte deutlich unterſchiedene Kuppe, die heute den Namen „Kahlenberg" trägt, wurde damals „Joſephsberg" oder auch nach dem dort belegenen Kloſter der Kamaldulenſer benannt. Die beiden Kuppen — der heutige Kahlenberg iſt die höhere — erheben ſich 300 bis 400 m über die Donau.

Der Marſch am 11. September erfolgte unter Benutzung aller vorhandenen Wege in 5 Kolonnen.

Es war die Waſſerſcheide zwiſchen Haſelbach und Weidlingbach, dann deſſen Thal zu überſchreiten und dann der Aufſtieg zum Hauptrücken zu nehmen.

Die ſteilen und engen, oft tief eingeſchnittenen Wege waren infolge anhaltenden Regens in ſehr ſchlechtem Zuſtande und machten

den Marſch ſehr beſchwerlich; nur die leichteſten Regimentsgeſchütze konnten mit den Truppen Schritt halten.

Um 11 Uhr Vormittags war das der Entfernung nach ſehr unbedeutende, kaum eine Meile betragende, aber durch die Wegebeſchaffenheit doch ſchwierige Marſchpenſum erledigt, war der Hauptrücken des Wiener Waldes erſtiegen.

Die Truppen nahmen eine Front von 1½ Wegſtunden (rund 6 Kilometer) ein: rechts, am Dreimarkſtein, die Polen; in der Mitte, am Vogelſang, Bayern und Reichstruppen; an der Leopoldskapelle und bei den Kamaldulenſern die Kaiſerlichen und die Sachſen.

42.

Sobieski und Lothringen kamen auf dem günſtigſten Ausſichtspunkte zuſammen, hielten Umſchau und berietthen.

Die Stellung des Feindes unter ihnen war deutlich zu überſehen. Sie füllte den nordweſtlichen Quadranten des Umkreiſes von Wien mit einem Abſtande von etwa 4 Kilometer im Weſten bei Ottakring und von 4 bezw. 6 Kilometer bei Döbling und Nußdorf. Links begrenzte die Donau, rechts das Thal des Alſerbachs das Feld, auf dem zu kämpfen war. Wellig und gefurcht, mit mannigfaltigen Kulturen, namentlich auch mit ſchwer paſſirbaren Weingärten bedeckt, ſenkte ſich der Gebirgsabhang zur feindlichen Stellung hinunter; als die wichtigſten Einkerbungen markirten ſich die Thäler des Schreiber-, des Grünzinger- und des Kroten- (Kroaten-) Bachs.

Sobieski fand das Terrain für die Reiterei ſchwierig; das Thal des Alſerbachs erkannte er als ſeine gebotene Operationslinie, erbat ſich aber vom Herzoge 4 deutſche Bataillone, die durch Beſitznahme des rechten Thalrandes des Alſerbachs (Heu- und Galizinberg) ſeine rechte Flanke für den gefährlichſten Moment ſeines Austritts aus der Thalenge in das freie Feld (bei Waldegg und Dornbach) ſichern ſollten.

In dieſem Unterſtützungsgeſuch Sobieskis liegt ein Zeugniß, daß er ſehr gut von den Deutſchen und ihrer zähen Widerſtandskraft gedacht hat; auch ein Zeichen dafür, daß er klug war, und für alle Fälle ſich einer fremden Mitverantwortlichkeit verſicherte.

Daß man bei der Schwierigkeit des Gefechtsfeldes morgen ſchon zur Entſcheidung kommen könne, bezweifelte Sobieski. Im Uebrigen hatte er Vertrauen zur Sache, „denn“ — bemerkte er —

„ein Feldherr, der ſich trotz unſerer Nähe weder verſchanzt noch concentrirt, ſondern lagert, als wären wir 100 Meilen von hier, iſt prädeſtinirt, geſchlagen zu werden."

Der Herzog von Lothringen beſchloß, mit dem linken Flügel auf der Zunge zwiſchen Donau und Schreiberbach gegen Nußdorf und Döbling vorzugehen, um den kürzeſten Weg zum Platze zu öffnen und den rechten türkiſchen Flügel von der Donau abzudrängen.

Dieſe Abſicht und ihre Gefährlichkeit hatte der Großweſir vorausgeſehen und paſſende Gegenmaßregeln getroffen: mit Janitſcharen hielt er Nußdorf und das linke Ufer des Schreiberbachs beſetzt; bedeutende Reitermaſſen waren, als linke Flügelſicherung jener, auf dem rechten Ufer des Schreiberbachs bis an den Fuß der Berge vorgeſchoben.

Zur Unterſtützung des Vorgehens der Entſatz-Armee wurde der Waldſaum auf der Kammhöhe mit Truppen beſetzt und über Nacht bei dem Kamaldulenſer-Kloſter eine Batterie gebaut.

43.

Den 12. September begannen die chriſtlichen Führer mit einer gottesdienſtlichen Handlung, zu der ſie ſich in der Leopoldskapelle verſammelten. Auch Sobieski kam dazu von ſeinem entfernteſten Standpunkte herüber.

Die Türken eröffneten den Kampf, indem ſie gegen den bei Tagesanbruch entdeckten Batteriebau am Kamaldulenſer-Kloſter einen Vorſtoß unternahmen. Das daran ſich anknüpfende Gefecht gab den Anlaß zum früheren Vorrücken der ganzen Schlachtordnung.

Die Kaiſerlichen am linken Flügel, unter ſpecieller Führung des Herzogs von Lothringen, gewannen Terrain, wenn auch langſam und nach einigem Vorwärts- und Rückwärtswogen der aufeinanderſtoßenden feindlichen Maſſen.

Um 8 Uhr Morgens hatten linker Flügel und Centrum — die Kaiſerlichen, Sachſen, Bayern, Reichstruppen und deren unter dem Herzog von Sachſen-Lauenburg vereinigte Reiterei — eine Linie inne, die von der Donau und dem nahe oberhalb Nußdorf ſich erhebenden Nußberge über Krapfenwaldl und Kobenzl (in unſerem Plane nicht eingeſchriebene kleine Ortſchaften), faſt genau von Oſt nach Weſt laufend, etwa 5 km lang war.

Dieſe Linie hatte, um der türkiſchen Stellung parallel zu werden, noch etwas links zu ſchwenken und außerdem durch Rechtsziehen die Verbindung mit den Polen am rechten Flügel anzuſtreben, die noch weit zurück waren. Warum dieſelben, die doch den weiteſten Weg hatten, am ſpäteſten angetreten ſind, iſt nicht klar zu erſehen; vielleicht hatte ſich Sobieski durch ſeinen Beſuch der Meſſe in der Leopoldskapelle verſpätet.

Im zweiten Acte des Schlachttages, der den Reſt des Vormittages umfaßt, ſteigerte ſich das vorbezeichnete Verhältniß der Schlachtlinie: die Kaiſerlichen am äußerſten linken Flügel — obgleich ſie um Nußdorf einen harten Kampf zu führen hatten — mußten gegen Mittag eine Gefechtspauſe von einer Stunde eintreten laſſen, um die rechts von ihnen vorrückenden Abtheilungen auf gleiche Höhe kommen zu laſſen.

Ihre nächſten Nachbarn, die Sachſen, fanden große Schwierigkeiten im Gelände und im Widerſtande des Feindes, der ſich beſonders auf den Nachbar des Schreiberbachs, den Bach von Grünzing ſtützte. An dem endlichen Erfolge wird der trefflichen ſächſiſchen Artillerie das Hauptverdienſt zugeſchrieben.

Der dritte Gefechts-Abſchnitt beginnt mit dem etwa um 1 Uhr Nachmittags erfolgten Erſcheinen der Polen an der Mündung der Thalenge des Alſerbaches bei Dornbach, dem türkiſchen linken Flügel, vorwärts Ottakring, gegenüber.

Die Polen, deren Hauptſtärke in der Reiterei beſtand, hatten ſich gegenüber gleichfalls ſtarke Reitergeſchwader, die ihnen das Herauskommen aus der Thalenge, das Entwickeln durch ausgedehnte Weingärten mit wiederholten heftigen Anläufen ſtreitig machten. Aber auch Janitſcharen waren hier poſtirt. Die Unterſtützung durch die deutſche Infanterie auf den Höhen des rechten Thalrandes kam den Polen ſehr zu ſtatten.

In der erſten Hälfte des Nachmittages hielt der türkiſche rechte Flügel den ſehr günſtigen Abſchnitt des Krotenbaches bei Döbling; links von demſelben lag eine Schanze, die mit ſechs Geſchützen armirt war. Der linke Flügel, den Polen gegenüber, war, wie erwähnt, ſehr ſtark beſetzt. Nur ſchwach dagegen, faſt nur mit Artillerie beſetzt war die Mitte der türkiſchen Stellung. Demzufolge hatte auch das Centrum des Angreifers — Bayern und Reichstruppen — die wenigſt ſchwere Arbeit; die Bayern konnten ihren Kräfteüberſchuß den Polen zu Gute kommen laſſen, was ſie

auch in wirkſamer Weiſe thaten. Die Janitſcharen am linken Flügel leiſteten zähen Widerſtand.

Im Ganzen hatte bis dahin der Gefechtsverlauf dem dafür entworfenen Plane gut entſprochen; die aus ſo verſchiedenartigen Elementen zuſammengeſetzte, auf ſo verſchiedenen, ſchwierigen und unüberſichtlichen Wegen vorgegangene Streitmacht hielt zur Zeit gut Linie auf einer Strecke von 6 km.

44.

Es iſt bereits erwähnt, daß bei der Beſichtigung und Berathung, die der Polenkönig und der Herzog von Lothringen am vorigen Abende auf der Kammhöhe gemeinſchaftlich ausgeführt hatten, Sobieski für den 12. noch nicht den völligen Schluß ihrer Unternehmung beanſprucht, ſondern ſich mit einer Zwiſchenſtellung befriedigt erklärt hatte. Eine ſolche wäre in dieſem Augenblicke erreicht geweſen.

Ob jetzt — in den Nachmittagsſtunden des 12. — Sobieski der Anſicht geweſen iſt, es ſei bis dahin doch beſſer gegangen, als er geſtern zu hoffen gewagt, und es ließe ſich nun doch wohl an dieſem einen Tage mit den Türken fertig werden — darüber finden wir keinerlei Andeutung. Man ſollte meinen, wenn er das geſtern aufgeſtellte Programm erweitern wollte, wäre es ſeine, des erwählten Höchſt-Leitenden Sache geweſen, entſprechende Befehle zu geben, oder — falls er ſo diktatoriſch nicht verfahren wollte — Kriegsrath zu halten.

Statt deſſen finden wir die Initiative, wie am frühen Morgen für den Beginn der Vorwärtsbewegung, jetzt am Nachmittage für ihre Fortſetzung bei dem Herzoge von Lothringen. Wieder hatte am linken Flügel eine Gefechtspauſe eintreten müſſen, um den rechten Flügel aufkommen zu laſſen. Mit dem Kurfürſten von Sachſen und den um ihn verſammelten Generalen erwog der Herzog die Gefechtslage und was wohl weiter zu thun ſei. Die humoriſtiſche Bemerkung eines alten Haudegens: er möchte ſeinen kontrakten Gliedmaßen gern heut noch ein gutes Quartier in Wien zu Theil werden laſſen — wurde mit allſeitiger Zuſtimmung und der Erklärung beantwortet: man ſollte die „Viktorie weiter proſequiren“; darauf entſchied der Herzog: „Marchons donc!“ Alſo vorwärts! Damit begann der vierte Zeitabſchnitt des

Schlachttages, der in den Stunden von 5 bis 7 Uhr Nachmittags die Entſcheidung brachte.

Wider Erwarten machten die Türken die Ausführung des Entſchluſſes zu erneutem Vorgehen nicht ſonderlich ſchwerer, indem ſie ihre treffliche Stellung am Krotenbache matt vertheidigten und bald aufgaben. Die Schanze nahmen die Sachſen mit leichter Mühe.

Nun war erzielt, worauf von Anfang an der Herzog ſein Augenmerk gerichtet hatte: der türkiſche rechte Flügel hatte die Strom-Anlehnung verloren; jetzt war nur rechts einzuſchwenken, um den Feind aufzurollen. Auf dieſem Wege ſtreiften die Kaiſerlichen bereits das türkiſche Lager. Es iſt ihnen hoch anzurechnen — beſonders, da es ſich um Truppen des 17. Jahrhunderts handelt, die ein Türkenlager betraten — daß ſie Mannszucht genug hatten, um alles Plünderungsgelüſt zu unterdrücken und nur ihrer taktiſchen Aufgabe eingedenk zu ſein.

Das Weichen des rechten türkiſchen Flügels erſchütterte durch Fortpflanzung des Druckes demnächſt den linken. Bis dahin hatte dieſer unter dem tapferen alten Ibrahim, dem Paſcha von Buda, den Polen noch immer feſt widerſtanden. Als aber nun zum Frontangriff die ernſte Bedrohung der rechten Flanke trat, gab Ibrahim Befehl zum Rückzuge, der ruhig und geordnet begann, aber, wie ſo häufig, bald in ein lebhafteres Zeitmaß überging.

Der Großweſir ergriff in dieſer Bedrängniß ſein letztes Mittel: er ließ die grüne Fahne des Propheten entfalten.

Dies iſt der höchſte Trumpf, den der Islam auszuſpielen hat; das letzte moraliſche Reizmittel, wenn die phyſiſchen Kräfte ihren Dienſt verſagen.

Der große Zauber war auch diesmal nicht wirkungslos, aber geradezu Wunder zu thun gegen alle taktiſchen Regeln und Erfahrungen vermochte er doch nicht. Die zuſammengedrängten, aus der Ordnung gekommenen, vom Feinde umklammerten Türkenhaufen konnten nur noch fallen oder fliehen; im rechten Momente ſtürmte jetzt Sobieski mit mächtigen Reitermaſſen und vollendete die Auflöſung, die der Herzog umſichtig und energiſch eingeleitet hatte.

Auf den Feldern bei Hernals, am Alſerbache, fiel die letzte Entſcheidung.

Die in den Laufgräben vor Wien zurückgebliebenen Jani-

ſcharen hatten am Tage der Schlacht noch einen Sturm unternommen; von dieſem zurückgeworfen, zogen ſie ſammt dem Geſchütz aus dem Angriffsfelde ab und hinter den Wienfluß.

Als um 6 Uhr Abends Prinz Ludwig von Baden mit einigen Regimentern auf der Stätte erſchien, fand er die Laufgräben bereits verödet. Er war der erſte unter den Befreiern, der am Schottenthore unter Trompetenſchall und Paukenſchlag den tapfern Kommandanten des befreiten Platzes begrüßte.

Um 7 Uhr konnte die Schlacht als völlig beendet gelten. Abends gegen ¹/₂8 Uhr erreichte der Herzog von Lothringen durch die nördliche Vorſtadt, die Roßau, die Contreſcarpe der Feſtung.

Die Flucht der Türken war ſo überraſchend, eilig, vollſtändig, daß Sobieski eine Kriegsliſt und die Rückkehr des Feindes in der Nacht beſorgte. Er gab daher Befehl, daß das Entſatzheer beiſammenbleiben und gefechtsbereit kampiren ſolle.

Es wird berichtet, daß die Deutſchen dieſen zweckmäßigen Befehl befolgt, die Polen aber der Verſuchung nicht zu widerſtehen vermocht hätten, die Schätze des preisgegebenen Türkenlagers zu beſichtigen.

Der Preis, mit dem das Entſatzheer ſeinen Sieg bezahlt hat, iſt ein mäßiger, ſelbſt wenn man die höchſte der in den weiten Grenzen von 500 bis 4000 ſchwankenden Verluſtziffern annimmt. Der Verluſt betrüge dann etwa 5 pCt. der im Gefecht Geſtandenen. Derjenige der Türken wird doppelt bis vierfach ſo hoch geſchätzt.

Die Feſtung hatte von ihrer urſprünglichen regelmäßigen Beſatzung von 11 200 Mann bis jetzt 5000 durch den Tod verloren; 2000 lagen noch krank. Die Einwohnerſchaft, in der Höhe von rund 5000 Mann am Kriegsdienſt betheiligt, hatte 1650 Mann verloren; darunter 176 eigentliche Bürger der Stadt.

Eine erhaltene türkiſche Beſtandsnachweiſung vom 7. September läßt zu dieſer Zeit ſchon einen Verluſt von 50 000 Mann erſehen.

Die Feſtung hatte wohl 100 000 Schüſſe aus ſchwerem Geſchütz — Doppelhaken und Handgranaten eingerechnet — empfangen und zurückgegeben.

Der Angreifer hat mindeſtens 40 Minen geſprengt und 50 große Stürme ausgeführt.

45.

Die Ausnutzung des großen Sieges war nicht ganz diejenige, die ſie hätte ſein können. Auch hier erſcheinen der Polenkönig und

der Herzog von Lothringen in einem Gegenſatze, der dem Nimbus des erſteren Eintrag thut.

Der Herzog wollte ſofortige Verfolgung; der König hielt einige Tage der Erholung für ſeine ermüdeten Truppen für unerläßlich; auch nicht mit der Reiterei oder doch einem Theile derſelben ſofort zu verfolgen, ließ er ſich beſtimmen.

Dafür beſichtigte er — zunächſt die Feſtung. Dies war vom militäriſchen Standpunkte erklärlich und gerechtfertigt. Der Kommandant empfing ſeine Befreier und zeigte ihnen die in Trümmern liegenden Werke, die rühmlichen Zeugniſſe tapferſten Widerſtandes.

Nun wollte Sobieski auch die Stadt betreten.

Der Kaiſer war von Linz her unterwegs und ſollte morgen eintreffen. Sobieskis Begleiter gaben zu verſtehen, daß ſie noch 24 Stunden warten und nur im Gefolge des Kaiſers in ſeine befreite Reſidenz einziehen möchten. Aber Sobieski verſtand ſie nicht, betrat wie zufällig die Stadt und nahm auch nicht wahr, daß die beiden Kurfürſten und der Herzog von Lothringen zurückblieben.

Der nun folgende Triumphzug Sobieskis, der ſich ſcheinbar unbeabſichtigt aus der militäriſchen Beſichtigung entwickelte, zu dem ſich türkiſche Fahnen und Roßſchweiſe, auch ein ſchön geſatteltes Leibroß des Großweſirs einfanden, bei dem es natürlich an Zulauf des Volkes, Jubelrufen und Steigbügel-Küſſen nicht fehlte — dieſe anſcheinend improviſirte „Apotheoſe" mag nicht wenig zu der poetiſchen Verklärung beigetragen haben, in der die kurzgefaßten hiſtoriſchen Darſtellungen in den Compendien und Converſations-Lexiken die ritterliche Geſtalt des Polenkönigs und die That der Befreiung Wiens in Zuſammenhang bringen, gleichſam identificiren.

46.

Erſt am 18. September begann die Kriegsthätigkeit wieder. Der Kurfürſt von Sachſen war mit ſeinen Truppen heimwärts abmarſchirt. Der Fürſt von Waldeck hatte erklärt, ohne neue Befehle ſeiner Auftraggeber die Reichstruppen über Wien hinaus nicht verwenden zu dürfen. Kur-Bayern ſtand noch in neuen Verhandlungen über weitere Betheiligung. Es rückten daher nur die Polen, die ſtets die Vorhut bildeten, und die Kaiſerlichen unter dem Herzoge von Lothringen von Wien donauabwärts den Türken nach.

Der Herzog hatte fortgeſetzt mit Sobieski einen ſchwierigen Stand. Von letzterem iſt es ganz unzweifelhaft, daß er ein ritterlicher Herr, von großer perſönlicher Tapferkeit und ein ehrlicher Türkenfeind geweſen iſt; aber er hatte mit großen Hemmungen und Gegenſtrömungen zu kämpfen. Seine Truppen waren ſehr ſchlecht disciplinirt, eigenwillig, unbotmäßig, ſehr unkameradſchaftlich den Deutſchen gegenüber und zu Raub und Plünderung geneigt, gleich Türken und Ungarn. Ferner waren viele der Führer vom hohen polniſchen Adel, der ſich ja niemals durch beſonderen Reſpekt vor ſeinen Wahlkönigen ausgezeichnet hat, kriegsmüde und unluſtig. Endlich drohte in Warſchau die franzöſiſche Strömung wieder die Oberhand zu gewinnen.

Der Widerſpruch zwiſchen eigner Neigung und äußeren Einflüſſen erklärt die ſchwankende Stimmung des Polenkönigs; aber — entſchuldigt oder nicht — er war thatſächlich ein unbehaglicher und bisweilen bedenklicher Kriegsgefährte und Verbündeter für den Herzog von Lothringen.

Dieſer hatte ſich vorgeſetzt, dem Wunſche des Kaiſers gemäß den Feldzug mit einer „ſchönen Action“ zu ſchließen und als ſolche die Einnahme von Gran ins Auge gefaßt. Auf dem Wege dahin holte ſich Sobieski eine ſchwere Niederlage durch ein vollſtändig kopfloſes Benehmen, indem er — wider ausdrückliche Verabredung an einem zum Abwarten des zurückgebliebenen Fußvolkes beſtimmten Raſttage — eigenmächtig und ohne vorherige Recognoscirung gegen eine gut gewählte türkiſche Stellung an- und in einen Hinterhalt hineinritt.

Der Herzog, der ihn ſelbſtverſtändlich nicht im Stiche laſſen wollte, ſo ſehr er auch begründete Urſache hatte, ſein eigenmächtiges Vorgehen zu tadeln — rettete die polniſchen Truppen und ihren Führer vom drohenden Untergange.

Am 9. Oktober trug der Herzog an derſelben Stelle (bei Parkány, Gran gegenüber) einen glänzenden Sieg davon und brachte den Türken große Verluſte bei.

Schließlich, bei der Belagerung von Gran, die durch inzwiſchen eingetroffenen Nachſchub bayeriſcher Truppen erleichtert wurde, konnte Sobieski mit Mühe bewogen werden, wenigſtens durch ſeine paſſive Gegenwart das Unternehmen zu begünſtigen; in ſeinem Namen wurde der Platz zur Uebergabe aufgefordert und ergab ſich nach nur dreitägigem Widerſtande.

Die Abſicht des Herzogs war damit erreicht; dem Kaiſer war das Verlangen nach einer ſchönen Schluß-Action des Feldzuges erfüllt.

47.

Zum Schluſſe unſerer Darſtellung mögen dem türkiſchen Hauptträger der Kriegsereigniſſe des Jahres 1683 in Oeſterreich und Ungarn, dem Großweſir Kara Muſtafa, noch einige Zeilen gewidmet werden.

Das Ende des Jahres brachte noch nicht das Ende des Krieges, aber es brachte das Ende ſeines Urhebers.

Die Entfaltung der Mohammed-Fahne war des Großweſirs letzte Anordnung auf dem Schlachtfelde. Er übergab bald darauf den Oberbefehl dem Nächſtälteſten im Range (an Jahren bedeutend Aelteren), dem Paſcha von Buda, Ibrahim, und eilte auf das Angriffsfeld, um das Belagerungskorps zu ſammeln und — vielleicht es als letzte Reſerve in die Schlacht, oder es hinter den Wienfluß in Sicherheit zu führen.

Er hat jedenfalls keinen Einfluß mehr auf das Schickſal des Tages üben können.

Er ging zunächſt nur bis in jene Stellung bei Raab zurück, die er Anfang Juli den Kaiſerlichen gegenüber eingenommen hatte, und ſammelte nach Möglichkeit ſeine vor Wien verſprengten Truppen.

Damit that er etwas Gutes und Rühmliches, aber für ſeine Perſon that er etwas Böſes.

Er ſtattete dem Sultan Bericht über die große Niederlage vor Wien ab und wälzte die Schuld derſelben von ſich auf Andere, namentlich auf Ibrahim, der in der That in den letzten Momenten den Oberbefehl gehabt hatte, aber freilich in Momenten, wo nichts mehr zu retten oder zu verderben war.

Ibrahim hatte im Laufe des Feldzuges zweimal andere Anſichten gehabt und ausgeſprochen, als der Großweſir. Bei der Berathung in Belgrad hatte er gegen das ſofortige Losgehen auf Wien und für die Beſitznahme einiger Zwiſchenpunkte, Komorn, Raab, Presburg, geſtimmt. Als das Entſatzheer oberhalb Wien ſich ſammelte und deſſen Plan erkennbar war, hatte er die Meinung vertreten, daß man den Wiener Wald beſetzen und lieber darauf verzichten ſolle, die Belagerung von Wien in der bisherigen Weiſe aktiv aufrecht zu erhalten.

Der Großweſir hatte zweimal Ibrahims Rath verſchmäht, und der Erfolg war die große Niederlage des türkiſchen Heeres.

Das wäre in Konſtantinopel ohne Zweifel zur Sprache gekommen, wenn Ibrahim zum Sprechen gekommen wäre.

Thatſächlich hatte Ibrahim den Oberbefehl gehabt, als die Schlacht vor Wien verloren ging; er hatte ſie alſo verloren, er war verantwortlich. Der Großweſir war im Beſitze der höchſten Machtvollkommenheit, der Sultan hatte ihm ſeine volle Vertretung beim Heere zugeſtanden, er hatte auch die höchſte Gerichtsbarkeit.

Und er übte prompte türkiſche Juſtiz. Angeſichts der murrenden Truppen ließ er Ibrahim, zwei andere ihm ergebene Paſchas und 50 niedere Offiziere, da er ſie des Verraths ſchuldig erklärte, erdroſſeln.

Vor dem wieder in Bewegung gekommenen Feinde zog ſich der Großweſir von Raab nach Ofen (Buda) zurück. Die von ihm geſammelten Streitkräfte (Anfang Oktober 35 000 Mann) ſandte er größtentheils nach Gran und der Grenze zu dem Feinde entgegen.

Tököly mit 8000 Ungarn und zwei Paſchas mit ihren Truppen ſtanden 50 km nördlich von Gran, bei Lewa im Thale des Granfluſſes.

Tököly war um dieſe Zeit ein ſehr zweifelhafter Freund, er verhandelte wieder einmal um Frieden und Anerkennung ſeiner Wünſche mit dem Kaiſer, und zwar durch Vermittelung Sobieskis, der ſein Gönner war.

Tököly blieb unthätig zur Seite ſtehen und ließ es geſchehen, daß der Herzog von Lothringen die Türken bei Parkány ſchlug, daß er Gran angriff und nahm.

Kara Muſtafa zog ſich von Ofen nach Belgrad, nachdem in dem Gefecht von Parkány am 9. Oktober ein großer Theil der wiedergeſammelten Streitkräfte vernichtet oder verſprengt worden war.

Lange hatte der Großweſir den Sultan über ſeine Schuld an der Wiener Kataſtrophe getäuſcht, da er ſeinen bedeutendſten Ankläger eiligſt zum Schweigen gebracht hatte, Anderen mochte die Furcht vor dem mächtigen und gewaltthätigen Manne den Mund verſchließen. Seine in der That als tüchtig anzuerkennenden erfolgreichen Bemühungen, aus den bei Wien Verſprengten wieder eine achtunggebietende Streitmacht zuſammenzubringen, hatten ihm ſogar Dank und Belohnung vom Sultan eingetragen.

Als aber der beſte Theil des wiederaufgerichteten Heeres bei Parkány aufgerieben, als Gran gefallen war, da wurden die zaghaften Stimmen der heimlichen Feinde laut, und es erklärten ſich die Janitſcharen gegen ihn. In dem eigenartigen Kriegsſtaate der Osmanen waren die Janitſcharen eine politiſche Macht; ihre einmüthig ausgeſprochene Verwerfung des bisherigen Führers war ein Todesurtheil.

Am 25. Dezember um Mitternacht traten die Abgeſandten des Sultans in Belgrad in die Wohnung Kara Muſtafas, nahmen von ſeiner Bruſt das Siegel mit dem Namenszuge des Sultans, das Zeichen des Großweſirats, und überreichten ihm die rothe ſeidene Schnur, das Zeichen ſeiner Verurtheilung.

So wurde Wien noch vor Ablauf des Jahres an ſeinem Bedränger gerächt.

G. Schröder.

XII.

Rimpler als praktiſcher Ingenieur.

Es iſt begreiflich, daß durch die Vorbereitungen zu der zweihundertjährigen Jubelfeier der Befreiung Wiens von der Türkenbelagerung ſo mancher Name und ſo manches Ereigniß aus dem Schlummer der Vergeſſenheit gezogen oder wenigſtens verſucht wurde, ſolche Perſon oder ſolche That bei der Nachwelt wieder in Erinnernng zu bringen oder wohl gar in helleres Licht zu ſtellen, als man damals und nachher für nöthig erachtet hatte.

Es wurde nun in dieſer Weiſe auch des Namens eines Mannes gedacht, der, als zufälligerweiſe in jüngſter Zeit in dieſen Blättern und in anderen Fachorganen von den berühmteren Ingenieuren älterer Zeit die Rede war, doch — und zwar nicht unverdient — nur ganz vorübergehend genannt wurde.

Herr v. J., ehemals Hauptmann in der öſterreichiſchen Armee und ein tüchtiger Kenner der Geſchichte der letzteren, hat nun den Namen dieſes Mannes wieder hervorgeholt und dazu aufgefordert, daß letzterer als einer der Helden bei der Vertheidigung Wiens gefeiert und ſein Andenken in bleibender Weiſe verewigt werde.

Es iſt dieſer Name der des damaligen kaiſerlichen Oberſtlieutenants und Ingenieurs Georg Rimpler, welcher bekanntlich im Laufe der Belagerung den Tod fand. Es ſcheint nun, daß in der vorerwähnten Aufforderung weniger Gewicht darauf gelegt wird, daß Rimpler als tapferer Offizier in Erfüllung ſeiner Pflicht endete, als vielmehr, daß er ſich durch ſeine Schriften über die Befeſtigungskunſt unvergänglichen Ruhm erworben und auf dieſem Gebiete die Wege des Fortſchrittes eröffnet und gebahnt habe.

Wir pflichten der Behauptung, daß Rimpler ſich um Wien bleibendes Verdienſt erworben, indem er die Vertheidigung durch ſeine Thätigkeit und ſeine Rathſchläge in erſprießlicher Weiſe unterſtützte, völlig bei. Herr v. Z. iſt, wie ſchon erwähnt, ein gründlicher Kenner der Geſchichte Oeſterreichs und der öſterreichiſchen Armee; über das ſchriftſtelleriſche Wirken Rimplers aber ſcheint er (woraus wir ihm übrigens nicht entfernt einen Vorwurf machen können und wollen) nur durch „Zaſtrows Geſchichte der Befeſtigungskunſt“ oder gar durch den „Militäriſchen Notizenſchatz“*) unterrichtet worden zu ſein. Es iſt aber ſehr nothwendig, das theoretiſche und praktiſche Wirken Rimplers ſtreng von einander zu ſondern, da in dieſer Beziehung nicht leicht bei einem andern Manne ein größerer Unterſchied gefunden werden kann.

Ein tieferes Eingehen auf den Inhalt der Schriften Rimplers iſt gegenwärtig nicht beabſichtigt, doch werden einige Worte über ſeine Erfolge als Schriftſteller, ſeine Gegner und ſeine Lobredner nicht überflüſſig erſcheinen.

Seine Schriften, von denen die öfteſtgenannte „Die befeſtigte Feſtung“ war, wurden anfänglich von den Ingenieuren vom Fach (mit Ausnahme Scheithers) wenig beachtet. Deſto größer war das Aufſehen, welches bei den Laien im Ingenieurfache hervorgerufen wurde. Dieſen galt Rimpler als der erſte Ingenieur aller Zeiten. Der ſo oft vorgebrachte Gemeinplatz, daß, wenn ein Nichtingenieur eine durchgreifende Reform des Befeſtigungsweſens vorgeſchlagen habe, er ſofort von der Gilde der zünftigen Ingenieure verfolgt, bekämpft und mit allen Mitteln unterdrückt worden ſei, paßt alſo auf Rimpler doppelt nicht, da er einmal ſelbſt Ingenieur war und weil er wenigſtens anfänglich von den anderen Ingenieuren ziemlich ſchonend behandelt wurde. Erſt lange Zeit nach Rimplers Tode, im Jahre 1703, gab der kaiſerliche Oberſt und Oberingenieur Ernſt Friedrich Baron v. Borgsdorf ſeine durch lange Zeit in der kaiſerlichen Armee ſehr hoch gehaltene „Neu triumphirende Fortifikation“ heraus, in welchem Werke die Anſchauungen Rimplers widerlegt und ſeine Vorſchläge als unzweckmäßig und unausführbar dargeſtellt wurden.

*) Ein vor mehr als dreißig Jahren in der öſterreichiſchen Armee ſehr beliebtes Handbuch, worin Rimpler, Landsberg und Montalembert überſchwänglich gelobt wurden.

Es ſcheint, daß der Lärm, welchen die Lobredner Rimplers erhoben, inzwiſchen gar zu arg geworden war.*)

Profeſſor Leonhard Chrkſtoph Sturm, allerdings kein Berufsingenieur, doch durch ſeine „Architectura militaris etc.“ berühmt geworden, war der Einzige, welcher 1704 in einer Schrift: „Einen unumſtößlichen Beweis, daß Rimplern von Borgsdorfen zu viel geſchehen“ den Verfaſſer der „befeſtigten Feſtung“ zu vertheidigen ſuchte, aber noch im ſelben Jahre von Borgsdorf widerlegt wurde. Denn des Letzteren „Defenſions-echo oder eine Erläuterung über einige von Rimplers befeſtigter Feſtung angemerkte Schwachheiten wider Sturms unumſtößlichen Beweis“ war zwar ziemlich ſchwülſtig und hitzig, hatte aber den größten Theil des Publikums für ſich. Erſt dem gegenwärtigen Jahrhundert war es vorbehalten, einige beredte Vertheidiger Rimplers auftreten zu ſehen. Derſelbe ſollte bald der letzte Repräſentant der deutſchen Schule oder gar der einzige würdige Nachfolger Speckles, bald der Bahnbrecher für Landsberg und Montalembert geweſen ſein.

Vielleicht die richtigſte Beurtheilung aber hat Rimpler durch einen Zeitgenoſſen, den bereits erwähnten Oberſten Bernhard Scheither erfahren. Scheither war nicht nur der Berufsgenoſſe Rimplers, ſondern, wie er ſelbſt in ſeinem Examen fortificatorium ſagt, deſſen perſönlicher Freund und langjähriger Kampfgenoſſe. Er ſagt darin offen, daß man vielleicht manche Vorſchläge Rimplers günſtiger beurtheilen würde, wenn man

---

*) Der Herr Verfaſſer dürfte Borgsdorf deshalb hervorgehoben haben, weil derſelbe eine anſehnliche Stellung als praktiſcher Ingenieur und weil er dieſe Stellung in Wien bekleidet hat.

Nur um möglichen Mißverſtändniſſen vorzubeugen, bemerken wir — nicht berichtigend, ſondern nur ergänzend — daß Wertmüllers „Probirſtein der Ingenieure“, in welchem Rimpler einen überaus heftigen Angriff erfuhr, bereits 1685 erſchienen und von dem Rimpler-Verehrer Suttinger 1687 beantwortet worden iſt. Der Streit um Rimpler iſt demnach ſehr bald nach ſeinem Tode entbrannt. Da Wertmüller durch ſeinen anmaßenden Ton die geſammte deutſche Ingenieurwelt beleidigt hatte, ſo hat er durch Uebermaß ſich geſchadet, ſich mißliebig gemacht und wenig Anklang gefunden.

Das Auftreten eines in hohem Anſehen ſtehenden Mannes wie Borgsdorf mußte bedeutendere Wirkung thun. Anmerk. d. Red.

nur überhaupt wüßte, was er eigentlich gewollt habe und wenn er ſeine Ideen durch Zeichnungen erläutert hätte. Das iſt das Wahre! Und doch iſt es gerade das — Myſtiſche in den Schriften Rimplers, was auf den Laien beſonderen Eindruck ausüben mochte, während die Unklarheit und Unvollſtändigkeit der Entwürfe dieſes Ingenieurs das abträgliche Urtheil des Fachmanns vollſtändig rechtfertigt. Das Buch Scheithers ſcheint aber auch in anderer Weiſe auf die Beurtheilung Rimplers Einfluß gehabt zu haben. Jener erörterte und widerlegte darin die Entwürfe des Letzteren dem Brauche der Zeit gemäß in höchſt umſtändlicher Weiſe und zog die Parallele mit ſeinen eigenen Vorſchlägen, wobei es an mehrfältigen Wiederholungen nicht fehlte. Selbſt bei aller Aufmerkſamkeit weiß man bei mancher Stelle nicht ſogleich, ob von einer Idee Rimplers oder Scheithers die Rede iſt. Wie nun erſt bei einer nur flüchtigen Durchſicht und wenn man in dem Leſen alter Druckwerke keine beſondere Uebung beſitzt!*) Zudem haben einige Ideen Rimplers (ſoweit dieſelben überhaupt verſtändlich ſind) einige Aehnlichkeit mit den in der retirirten Feſtung Scheithers angegebenen Linien und Profilen, und es mögen daher einige Ideen des Letzteren dem Erſteren angerechnet worden ſein und deſſen Ruf vermehrt haben.

Uebrigens war Rimpler nie in der Lage, eine Stadt ganz oder auch nur zum großen Theile nach ſeinen Ideen zu befeſtigen, und ſo ſehr auch letztere von einigen ſeiner Bewunderer in ſpäterer Zeit geprieſen wurden, ſo fand ſich doch Niemand veranlaßt, nach Rimplers Angaben zu fortificiren. Seine Schöpfungen, wenn man dieſes Wort überhaupt gebrauchen darf, ſind alſo nicht Erde und Stein, ſie ſind niemals verwirklicht worden und ihr Werth oder Unwerth kann gegenwärtig nur den Gegenſtand einer mehr oder minder mäßigen, ganz theoretiſch gehaltenen Disputation bilden.

---

*) Flüchtigkeit und unrichtige Lesart haben gerade bei der Benutzung älterer Militärſchriftſteller zu manchem Quiproquo geführt. So wurde in einem Abriß der Geſchichte der Befeſtigungskunſt von dem ehrlichen Speckle erwähnt, daß derſelbe als — Rittmeiſter im Dienſte Maximilians II. geſtanden habe. Das etwas veraltete Wort „Rüſtmeiſter", vielleicht dem heutigen „Genie-Inſpecteur" nahekommend, war in dieſer Weiſe von dem raſch arbeitenden Autor umgemodelt worden.

Ganz anders ſteht Rimpler als ausübender Ingenieur und als kampfbereiter Soldat da. Während die Geſchichte ſo viele durch ihre ausgezeichneten Ideen berühmte, in deren Ausführung aber höchſt unbehilfliche Männer nennt, war Rimpler in ſeiner praktiſchen Thätigkeit ein ebenſo geſchickter, geiſtesgegenwärtiger, thätiger und energiſcher Mann. Das Wenige, was hierüber bekannt iſt, läßt übrigens die Vermuthung zu, daß Rimpler ſich in ſeiner praktiſchen Thätigkeit von ſeinen eigenen Ideen, wie er dieſelben in ſeinen Schriften niedergelegt, weit entfernt hielt, ja in manchen Fällen die Vorſchläge ſeiner entſchiedenſten Widerſacher ausführte.

Seine Thätigkeit war eine höchſt bedeutende und es muß beſonders hervorgehoben werden, daß er dieſelbe nur ſelten in der Ruhe des Friedens entfalten konnte, ſondern daß er ſein Metier zumeiſt unter dem Donner der Kanonen ausüben mußte. Er diente den verſchiedenſten Herren und war am Rhein und an der Donau, an der Oſtſee und im Mittelmeere thätig und durfte der Landsknecht unter den Ingenieuren ſeiner Zeit genannt werden.

Nach einigen Angaben ſoll Rimpler bei den Belagerungen und Vertheidigungen von Philippsburg, Bommel, Nimwegen, Riga, Stettin, Bonn und Kandia thätig geweſen ſein. Er wird vielleicht auch hier mit dem nachmaligen Oberſten Scheither verwechſelt, welcher ebenfalls die meiſten der erwähnten Feſtungskämpfe mitmachte. Sollten jedoch dieſe Angaben richtig ſein, ſo würde ſich dadurch nur das früher Geſagte beſtätigen, daß nämlich Rimpler die Lehren ſeiner Widerſacher befolgte. So z. B. bei Damm und Stettin, wo mehrere Ideen Scheithers zur Ausführung kamen. (So z. B. die aus Holz erbauten Galerien, Bombenbalken und Caponnieren.)

Bei Bonn, wo es ſich mehr um die Abwehr der feindlichen Entſatzverſuche und um ein Bombardement der Stadt handelte (1673), mochte ſich für Rimpler keine beſondere Gelegenheit zur Auszeichnung ergeben haben, deſto mehr aber bei Riga und Bommel, wo Rimpler unbeſtritten thätig war. Welche Bauten der ſchon damals eines guten Rufes ſich erfreuende Ingenieur bei dieſer Gelegenheit ausgeführt, konnten wir leider nicht ermitteln, doch wurde er unter den Ausgezeichneten genannt. Ebenſo betheiligte ſich Rimpler an der Vertheidigung von Kandia. So ausführlich auch dieſer ewig denkwürdige Kampf geſchildert wurde,

ſo iſt doch nirgends erſichtlich, welche Arbeiten etwa nach ſeiner Angabe und unter ſeiner Leitung ausgeführt wurden. Von den ſpäteren Ideen **Rimplers** findet ſich jedoch keine ausgeführt, wobei übrigens bemerkt werden muß, daß **Rimpler** damals noch ziemlich jung war und daß ſich die Oberleitung der Vertheidigungsarbeiten in den Händen der Venetianer befand. Auch war Rimpler nicht während der ganzen Dauer der Belagerung anweſend. Er befand ſich aber immerhin unter den Ausgezeichneten und vermehrte ſeine Kriegserfahrenheit.

Wenn aber die Lobredner **Rimplers**, zum Theil auf deſſen Worte ſich berufend, behaupten, daß die an der Befeſtigung jenes Platzes nach italieniſchen Maximen angebrachten Bollwerke, deren mangelhafte Konſtruktion die Tapferkeit ihrer Vertheidiger ſo ſchlecht unterſtützte, den erfahrenen **Rimpler** veranlaßten, über die Mängel der Baſtionär-Befeſtigung überhaupt nachzudenken und demzufolge einem Syſtem das Daſein zu geben, welches in der Geſchichte der Fortifikation viel Epoche gemacht hat, ſo erſcheint ſolche Aeußerung Jenem, welcher die Schriften **Rimplers** kennt, gewiß weit über das Ziel hinausſchießend.

Wohl aber hatte **Rimpler** bei dieſer Belagerung ſich mit den Vor- und Nachtheilen der italieniſchen Befeſtigung vollkommen vertraut machen und das bei der Vertheidigung ſolcher Werke entſprechendſte Verfahren lernen können, was ihm ſpäter bei der Vertheidigung von Wien, dieſem nach der ausgeſprochenſten italieniſchen Manier befeſtigten Platze, von beſonderem Vortheile ſein mochte.*)

---

*) Die Belagerungen, denen Rimpler bis zum Jahre 1674 beigewohnt, hat er ſelbſt in ſeinem Hauptwerke dem Namen nach und in chronologiſcher Ordnung aufgezählt. Die Dauer und die Angabe der Vertheidiger und Angreifer fügen wir nach geſchichtlichen Quellen hinzu, wobei die Partei, welcher Rimpler angehört hat, geſperrt gedruckt iſt.

Riga 12/8. bis 5/10. 1656. Schweden gegen Ruſſen.

Bremen 1666. Bürgerſchaft gegen Schweden.

Kandia 1667—1669. Rimplers Theilnahme vom 26/6. bis 5/9. 1669.

Venedig (R. bei braunſchweig-lüneburgiſchen Hilfstruppen) gegen Türken.

Duisburg	16/6. bis 21/6.	1672	Holland gegen Frankreich. Ob Rimpler in franzöſiſchen Dienſten geweſen, iſt nicht bekannt. Wir halten es nicht für wahrſcheinlich.
Nimwegen	3/7. „ 9/7.		
Crêvecoeur	14/7. „ 19/7.		
Bommel	20/7. und 21/7.		

Zu der Zeit, als der Angriff der Türken auf Wien mit Gewißheit zu erwarten war, war Rimpler thatſächlich ein vielgenannter Mann, und in gleichzeitigen Schriften iſt von ihm als von dem „berühmten Rimpler“ die Rede. Er hatte aber dieſe Berühmtheit gewiß weniger ſeinen Schriften, als vielmehr ſeinem Geſchick und ſeiner Erfahrung als praktiſcher Ingenieur (namentlich im Minenweſen) und ſeiner Tapferkeit als Soldat zu danken.

Im Jahre 1672 hatte Ludwig XIV. ein Bündniß mit dem Reiche. Es können alſo deutſche Offiziere als ſolche bei der franzöſiſchen Armee geweſen ſein.

Bonn 4/11. bis 12/11. 1673. Franzoſen gegen Alliirte, unter denen die Kaiſerlichen.

Nach 1674 fallen die oben im Text erwähnten Belagerungen von Philippsburg, Stettin, Neuhäuſel.

Philippsburg kann richtig ſein, obwohl es Rimpler nicht nennt, denn Rimpler muß ſeine Aufzählung vor 1674 (dem Publikationsjahr ſeines Hauptwerkes) niedergeſchrieben haben, und die Belagerung von Philippsburg fand 1676 ſtatt.

In ſeiner wider Scheither gerichteten Schrift (1677) gedenkt Rimpler dieſer Belagerung, ſagt aber nicht, daß er daran theilgenommen habe. Er würde es nicht unterlaſſen haben — meint Glaſer — ſich mit dieſer Action, Scheither gegenüber, zu brüſten, wenn er dabei geweſen wäre.

Aus dem gleichen Grunde des ſpäteren Datums kann Stettin (1677) richtig ſein. Dagegen ſpricht hier der Umſtand, daß Suttinger, deſſen Abſicht es iſt, Rimplers Kriegserfahrenheit gegen die angezweifelte ſeines literariſchen Widerſachers Wertmüller herauszuſtreichen, von Stettin nichts weiß. Und der Kampf des Brandenburgers gegen die Schweden machte doch in Deutſchland Aufſehen genug! Auch müßte Rimpler, der Philippsburg mit den Kaiſerlichen ſoll haben belagern helfen, ein Jahr ſpäter wieder den Schweden oder dem Großen Kurfürſten gedient haben; bald danach müßte er aber wieder zu den Kaiſerlichen zurückgekehrt ſein.

Suttinger — nachdem er die von Rimpler ſelbſt namhaft gemachten acht, vor 1674 fallenden Belagerungen aufgezählt hat — fährt fort: „Gleichwie er (Rimpler) aber allen dieſen Attaken mit großem Eifer und Ernſte zugeeiſet, alſo ſind auch noch Fürſten, Grafen und Herrn das lebendige Zeugniß, daß er ſich auch nachgehends (d. h. nach 1674) bei unterſchiedlichen Belagerungen finden und brauchen laſſen, aus welchen ich zwar ſelbſt weiß Philippsburg, Neuhäuſel und endlich auch Wien, in welcher Haupt-Feſtung er ſodann auch nach vielen tapfern Verrichtungen und allen Denjenigen, ſo man von einem fundamentalen

Dieſer günſtige Ruf mochte auch ſeine Anſtellung in kaiſerlichen Dienſten erleichtert und ihm daſelbſt ein ſchnelles Fortkommen geſichert haben. Irrig iſt es aber, daß Rimpler, wie von mancher Seite angenommen wird, eigens erſt nach Wien berufen worden oder freiwillig als eine ganz unverhoffte Hilfskraft nach Wien gekommen ſei.

Ingenieur erfordert, ſeinen ſieghaften Geiſt, nicht ohne große Beſtürzung ganzer Generalität, ausgeblaſen."

Gegen Neuhäuſel muß proteſtirt werden. 1663 hatten es die Türken erobert und beſaßen es ſeitdem. Dieſer Fall kann nicht gemeint ſein, denn zwiſchen Riga 1656 und Bremen 1666, wo Rimpler ſicher bei den Schweden und an der Oſt- und Nordſee war, kann er nicht füglich in Ungarn bei den Kaiſerlichen geweſen ſein. Gewiß hätte er dann auch in ſeiner Aufzählung dieſe Action nicht unerwähnt gelaſſen. Es kann alſo nur der Verſuch der Oeſterreicher im Juni 1683 gemeint ſein, der, wie in unſrer Abhandlung über den Kampf um Wien (Seite 315) angegeben, kaum erwähnenswerth iſt; daß außerdem Rimpler zu dieſer Zeit gar nicht mehr bei der Feldarmee, ſondern wahrſcheinlich ſchon zur Armirung nach Wien geſchickt war, iſt aus den Mittheilungen in „Das Kriegsjahr 1683" zu belegen.

Riga (1656) iſt Rimplers früheſte Kriegserfahrung. Wahrſcheinlich war er damals noch gemeiner Soldat, denn er iſt als Weißgerber-Geſelle auf der Wanderſchaft nach der genannten baltiſchen Hafenſtadt gekommen und dort unter die Soldaten gegangen. Da er 13 Jahre ſpäter Lieutenant in einer Infanterie-Compagnie war, iſt es kaum denkbar, daß er bereits in Riga irgend welche Bedeutung gehabt haben ſollte.

Ueber Kandia iſt Rimpler ſelbſt ſein beſter Leumundszeuge. Er hat dort in drei Monaten viel geſehen und erfahren. Er hat auch gut beobachtet und ſich's mit klugem Sinn zurecht gelegt. Aber daß er unter den Ausgezeichneten geweſen ſei, behauptet weder er ſelbſt noch ſagt es das ausführlich und allem Anſcheine nach ehrlich und ſachlich geſchriebene Tagebuch der Braunſchweiger.

Der Schlußakt, zu dem die Deutſchen in Kandia noch zurecht kamen, war ein mörderiſcher Kampf, der Schauplatz, auf den ſie geſtellt wurden, war eine Mördergrube; die klugen Venetianer ſtopften mit ihnen die Lecke, die der türkiſche Mineur in ihre „General-Retirade" riß; Ausgezeichnetes konnte hier geleiſtet werden und iſt geleiſtet worden in perſönlicher Bravour; für Ausgezeichnetes im Ingenieurſache waren Kampffeld und Kampfweiſe zu wüſt und wild.

Anmerkung der Redaction.

Digitized by Google

Ueber die Thätigkeit Rimplers kurz vor der Belagerung Wiens ſind ziemlich genaue Angaben erhalten worden. Und es war dieſe Thätigkeit vielleicht umfaſſender und wichtiger als die Aufgabe, welche Rimpler in Wien zugewieſen erhielt. Als nämlich der Krieg ſchon unvermeidlich erſchien, beſichtigte der Hofkriegsraths-präſident Feldmarſchall Markgraf Hermann von Baden die wichtigſten ungariſchen Plätze. In ſeiner Begleitung befand ſich auch Rimpler, welcher ſpäter auch mit der ſelbſtſtändigen Inſpicirung mehrerer anderer Feſtungen betraut wurde. Er wurde ſpäter auch beauftragt, die bei Komorn, Preßburg, Leopoldſtadt und Raab projektirten neuen Werke auszuzeichnen. Letzteres Wort bedeutet etwa ſo viel als abſtecken; keineswegs iſt aber damit geſagt, daß Rimpler dieſe Werke auch entworfen habe. Nur hinſichtlich der Feſtung Raab ſteht feſt, daß deren Commandant den Befehl erhielt, die Vollendung der Contreſcarpe, wie ſelbe von dem Ingenieur Rimpler entworfen worden, thunlichſt zu beſchleunigen. Was bei Leopoldſtadt aufgeführt wurde, können nur Erdwerke geweſen ſein, denn im Ganzen ſteht dieſe kleine Feſtung gerade ſo da, wie ſie 1666 vollendet wurde. Preßburg hat längſt aufgehört, Feſtung zu ſein und es läßt ſich über die etwa damals aufgeführten, nunmehr ſpurlos verſchwundenen Werke kein Urtheil fällen. In Komorn wurde der Bau der ſogenannten „neuen“ Feſtung allerdings im Jahre 1683 ausgeführt oder wenigſtens begonnen. Letztere trat an die Stelle der die „alte“ Feſtung umſchließenden, vermuthlich ziemlich unbedeutenden Werke, die nach dem Zeugniß des Speckle ſchon zu Ende des ſechzehnten Jahrhunderts exiſtirten. Es wäre aber mehr als gewagt, wollte man aus dem Angegebenen ſchließen, daß Rimpler die neue Feſtung in Komorn gebaut oder wenigſtens die Pläne dazu geliefert habe. Im Gegentheil mochte damals die Anlage ſo bedeutender Werke für ſo wichtig gehalten werden, daß ſelbe erſt nach langer Berathung und unter thätiger Theilnahme aller einflußreichen Perſönlichkeiten, zumal der Herren des Hofkriegsrathes, approbirt wurde. Der mit der Anfertigung des Planes beauftragte Ingenieur hatte alſo im beſten Falle die Werke ſo hinzuzeichnen, wie ſie von den Mitgliedern des Conſeils entworfen worden waren. Und da wurden die Werke gewiß nur nach der althergebrachten erprobten Manier, keineswegs aber nach neuen, kaum noch in weiteren Kreiſen bekannten Projekten entworfen. Sollte man aber gleichwohl dem

Ingenieur Rimpler freie Hand gelaſſen haben, ſo muß man es demſelben zugeſtehen, daß er nicht entfernt daran dachte, ſeine Entwürfe zur Ausführung zu bringen. Denn in der ganz zufälligen, allerdings etwas abnormen Zuſammenfügung einiger Polygonſeiten wird wohl Niemand ernſtlich die Rimplerſchen Mittelbollwerke erblicken wollen. Als dann im Mai 1683 die kaiſerliche Armee in das Feld rückte, befand ſich Rimpler im Gefolge des Herzogs von Lothringen und war bei der begonnenen, aber ſofort wieder aufgehobenen Belagerung von Gran gegenwärtig. Bei der darauf unternommenen Belagerung von Neuhäuſel aber ward Rimplers Name nicht mehr genannt. Es iſt daher wahrſcheinlich, daß Rimpler ſchon zu dieſer Zeit oder einige Tage ſpäter, als man erkannte, daß der Zug der Türken gegen Wien gerichtet ſei, dorthin geſchickt wurde. Nach dieſer Annahme blieben ihm fünf Wochen, die er allerdings trefflich benützte, die er aber auch nöthig hatte, um alle jene Arbeiten, die auf ſeine Rechnung geſetzt werden, auszuführen oder wenigſtens zu entwerfen.

Wie aus dem eben Angeführten zu erſehen, befand ſich bei Ausbruch des Krieges Rimpler ſchon ſeit längerer Zeit im kaiſerlichen Dienſte und wurde alſo ganz einfach zu der Vertheidigung kommandirt, wenn auch bei ſeiner Thatenluſt anzunehmen iſt, daß er ſich um dieſe Verwendung beworben hatte. Er war damals Oberſtlieutenant und Oberingenieur. Von Einigen wird er Oberſt genannt. Bei der Unbeſtimmtheit, welche noch zu jener Zeit in den militäriſchen Rangbezeichnungen bei der Artillerie und dem Geniewesen herrſchte, läßt ſich das Richtige jetzt nicht beſtimmen. Vielleicht hatte ihn Starhemberg zum Oberſten ernannt —, doch nannten ihn die Verluſtliſten nur Oberſtlieutenant.*) Uebrigens war der Titel Oberingenieur der wichtigere. Ebenſo iſt die Angabe, daß Rimpler mit der Leitung der Vertheidigung betraut geweſen ſei, zu weitgehend.

Es bekümmerte ſich nicht nur der Feldzeugmeiſter Graf Starhemberg um die geringſten Details der Vertheidigung, ſondern es war auch derſelbe in der Kriegsbaukunſt ziemlich bewandert, ſo daß er recht gut angeben konnte, was der Ingenieur

*) Der zweifellos irrthümliche „Oberſt" ſtammt vielleicht von der in Druckwerken jener Zeit vorkommenden und aus Flüchtigkeit oder Unkenntniß falſch geleſenen Abbreviatur: „Obriſt L." Anm. d. Red.

auszuführen hatte. Gleiches kann von dem Feldmarſchall-Lieutenant Graf Daun und dem General Marcheſe Obizzi geſagt werden.

Rimpler war Chef des Ingenieurweſens der Vertheidigung.

Da man ſich von den Türken eines Sappen- und Minen-Angriffs zu verſehen hatte, da die breiten Gräben zum Theil des Aufräumens und der Vermehrung raſanter Vertheidigungsanlagen bedurften; da man ſich in den Werken abſchneiden wollte, ſo lagen ſehr bedeutende Armirungs-Aufgaben vor.

Was Rimpler in dieſer Stellung geleiſtet hat, verdient alle Anerkennung. Er traf, ſobald die Richtung des türkiſchen Angriffs nicht mehr zweifelhaft war, die umfaſſendſten und zweckmäßigſten Vorkehrungen.

Hierher gehörte die Anlage der „Communicationsgalerie“ und der niederen Flanken vor der Kurtine und den Flanken der Burg- und Löbl-Baſtei. Dieſe Anlagen können nur in der Zeit bis zu der Krönung des Glacis ausgeführt worden ſein, da in ſpäterer Zeit jede Minute und jede Arbeitskraft durch den Minenbau und die Anlage der Abſchnitte vollauf in Anſpruch genommen wurden. Auch die gedeckten Verbindungen dieſer Anlagen mit dem Ravelin und der Contreſcarpe dürften ſchon jetzt begonnen worden ſein. Wohl nur dieſen Werken war der lange Widerſtand, welchen das Ravelin nachmals leiſtete, zu danken. Sie waren aber ſehr weit von den früher veröffentlichten Ideen Rimplers entfernt. Dieſe Communicationsgalerie war eigentlich nichts Anderes als eine niedere Fauſſebraye, die mit den vorgelegten niederen Flanken eine an den Hauptwall anſchließende Grabenſcheere bildete. Wir finden darin eine Idee wieder, welche ſchon de Ville und Tenſini vorgebracht hatten, die aber von Scheither zu beſonderer Vollkommenheit ausgebildet worden war.

Als es ſich nun zeigte, daß die Türken die Werke weniger durch das Geſchützfeuer als nur durch Minen zu bewältigen ſuchten und als ſie mit ihren, einem Irrgarten gleichenden Laufgräben ſich den drei ausſpringenden Spitzen des gedeckten Weges näherten, rüſtete ſich Rimpler für den Minenkampf, und es iſt anzunehmen, daß er ſchon jetzt mit dem Bau der Abſchnitte, durch welche nachmals die Vertheidigung des gedeckten Weges in ſo ganz außerordentlicher Weiſe verlängert wurde, begann.

Und wieder zeigte es ſich, daß Dasjenige, worauf man die

meiſten Hoffnungen geſetzt haben mochte, keinen beſonderen Erfolg hatte. Denn der Minenkrieg, bezüglich deſſen man auf Rimpler in ganz beſonderer Weiſe vertraut zu haben ſcheint, wurde von den Vertheidigern kaum mit größerem Geſchick und mit noch geringerem Erfolg als von den Türken geführt. So lange Rimpler lebte, gelang es nicht, auch nur eine türkiſche Mine auszuladen, und man findet nirgends, daß man von Quetſchminen (die man damals ſchon anwendete, wenn man auch die großen Druckkugeln noch nicht kannte) Gebrauch gemacht hätte. Die Türken brachten alle Minen zur Entzündung und es war nur ihrem Ungeſchick zuzuſchreiben, daß dieſelben öfter rückwärts ſchlugen. Allerdings muß erwähnt werden, daß es an geübten Minenarbeitern und noch mehr an Offizieren und Unteroffizieren für dieſen Dienſt fehlte. Die ſtädtiſchen Brunnenarbeiter und einige zufällig in Wien „herbergende" Bergleute mögen Alles geweſen ſein, wodurch Rimpler ſeine etwaigen Minenre verſtärken konnte.

Die Abſchnitte in den angegriffenen Werken waren einfache Wälle oder vielmehr nur Bruſtwehren aus Erde oder Dünger,*) ja oft nur Palliſadenreihen mit einer ſchwachen Erdanſchüttung. Aber eben der Muth, mit welchem die Vertheidiger dieſe armſeligen Deckungen behaupteten, verdient unſere Bewunderung.

Am 23. Juli**) ließen die Türken die erſten zwei Minen ſpringen, von denen die eine zurückſchlug, die andere aber eine bedeutende Verwüſtung anrichtete. Doch wurde der beabſichtigte

---

*) Als vor etwa zehn Jahren der letzte Reſt der Wiener Feſtungswerke demolirt wurde, ſtieß man nach Wegräumung der Escarpe auf die damals raſch ausgefüllte Breſche. Es war ein mächtiger, etwa 8 m hoher, 15 bis 18 m langer und oben über 3 m dicker Wall von feſtgeſtampftem Dünger. Man hatte bei der ſpäteren Renovirung dieſen Wall für feſt genug erachtet und die neue Escarpe daran angelehnt.

**) Neuen Stils. Viele rechneten damals noch nach dem alten, obwohl der gregorianiſche Kalender bereits ſeit 100 Jahren eingeführt war. Der alte Stil war damals 10 Tage hinter dem neuen zurück. Die proteſtantiſchen Stände Deutſchlands haben ſich erſt im Jahre 1700 dazu verſtanden, die Verbeſſerung anzunehmen, die unter der Aegide des Papſtes ſtand.

Das Nebeneinander der beiden Stile hat viel Verwirrung in die Daten der Weltgeſchichte, auch in die der Wiener Belagerung gebracht.

Anmerkung der Redaction.

Eingang in den gedeckten Weg nicht hergeſtellt, und noch weniger gelang es den Türken, ſich in dem letzteren feſtzuſetzen. Ihre wiederholten Stürme wurden blutig zurückgeſchlagen. Eine zwei Tage ſpäter geſprengte Mine zerſtörte den ausſpringenden Winkel des gedeckten Weges vor dem Ravelin, doch blieb auch jetzt der dreimalige Sturm der Türken erfolglos, ja es wurden von den hierauf ausfallenden Vertheidigern die nächſtliegenden türkiſchen Laufgräben zerſtört. Und als die den wichtigſten Abſchnitt bildenden Palliſadenreihen theils durch die nächſte türkiſche Mine zerſtört, theils durch die mit größter Tollkühnheit ſtürmenden Türken umgeriſſen wurden, behaupteten ſich die Vertheidiger und ſetzten ſogar in der folgenden Nacht eine neue Palliſadenreihe.

Deſto weniger Erfolg hatten die Vertheidiger von ihren Minen. Starhemberg hatte hierauf große Hoffnungen geſetzt und er ließ ſogar eine eigene Pulvermühle erbauen, um das für die Minen erforderliche Pulver zu erzeugen. Gleichwohl hatte die erſte Vertheidigungsmine, welche am 26. ſpielte, faſt gar keinen Erfolg und auch die nachfolgenden Minen waren nicht wirkſamer, wogegen die Türken, nachdem ſie durch ihre Minen neuerdings einige Palliſadenreihen und an mehreren Stellen den Kamm des Glacis und Theile der Contreſcarpe zerſtört hatten, ſich endlich im gedeckten Wege feſtſetzten. Demungeachtet hielten ſich die Vertheidiger in dem rückwärtigen Theile des gedeckten Weges auf beiden Seiten des vielgenannten Burgravelins, indem ſie, ſobald der eine Abſchnitt unhaltbar geworden oder durch die feindlichen Minen zerſtört worden war, ſofort ſich in dem bereits errichteten rückwärtigen Abſchnitte feſtſetzten. Zwölf volle Tage währte der Kampf um den gedeckten Weg, und erſt nachdem derſelbe durch ſechs große Minen in einen kaum mehr erkennbaren Trümmerhaufen war verwandelt worden und nachdem neue mit überlegener Macht und der größten Heftigkeit ausgeführte Stürme abgeſchlagen worden waren, zogen ſich die Vertheidiger, die nicht mehr Platz zum Fechten hatten, in die inzwiſchen vollendeten Verbauungen im Graben und in das Ravelin zurück.

Inwiefern Rimpler ein Antheil an dem Lobe zuſteht, welches die ſtandhafte Vertheidigung des gedeckten Weges verdient, muß dahingeſtellt bleiben; als ihren intellektuellen Urheber oder doch Förderer wird man ihn betrachten dürfen.

Man ſah die Art, wie der Türke angreifen würde, deutlich

voraus und konnte ſich über die Dispoſitionen für die Abwehr verſtändigen.

Starhemberg wird verlangt und die Beſatzung wird verſprochen haben, nur zurückzuweichen, wenn es durchaus ſein muß und nur Schritt für Schritt, und wieder vorzubrechen, wo es irgend ſein kann.

Der Ingenieur wird techniſch inſtruirt haben, wie das Zurückweichen Schritt für Schritt durch Palliſadenſetzen, Palliſaden gegen Brandlegung ſchützen, Palliſaden-Vertheidigen mit der Muskete, mit Haken, mit Senſen an langen Stangen, ſchlimmſtenfalls mit Steinen und Allem, was ſich werfen läßt — zu begünſtigen ſei.

Daß auch der zweite Theil des Vertheidigungs-Programms für den Ingenieur Geltung habe, hat Rimpler rühmlich aber leider für ihn verderblich gezeigt. Dem Ausfall am 25., mit dem die Beſatzung des gedeckten Weges dreimaligen und dreimal zurückgewieſenen Anſturm beantwortete, ſchloß er ſich perſönlich an. Er hätte das nicht nöthig gehabt, als Ober-Ingenieur vielleicht nicht einmal thun ſollen, vielmehr in Berückſichtigung, daß ſeine Intelligenz und Umſicht dem Platze noch lange nöthig ſei, einen der jüngeren Ingenieure vorſchicken müſſen, der den Leuten hätte zeigen können, wie ſie ſchnell und nachhaltig den türkiſchen Laufgräben Schaden zufügen konnten. Er war alſo in dieſem Momente vielleicht zu wenig Ingenieur; dafür aber unzweifelhaft ein braver Soldat.

Im Getümmel des Handgemenges wurde ihm von einer türkiſchen Kugel der linke Arm zerſchmettert.

Er hat in Perſon nicht wieder auf ſeinem Poſten erſcheinen können; am 2. Auguſt*) iſt er infolge ſeiner ſchweren Verwundung geſtorben.

Daß Rimpler bereits am 25. Juli gefallen — genauer: ſchwer verwundet und kampfunfähig geworden — iſt authentiſch angegeben, wenn nicht früher, ſo doch ſchon in der Vorrede zu der von Herlin beſorgten Geſammt-Ausgabe der Rimplerſchen Schriften von 1724.

---

*) Suttinger, der in Wien Rimplers Untergebener war und ihm perſönlich nahe ſtand, giebt den 3. Auguſt als ſeinen Todestag.

Anmerkung der Redaction.

Daß aus officiellen Quellen dieſes Datum feſtſtand, beweiſt aus neuerer Zeit ein Artikel in Streffleurs milit. Zeitſchrift (1863, Band I, pag. 238).

Die unzweifelhafte Thatſache iſt ſonderbarerweiſe in Vergeſſenheit gerathen; es giebt Berichterſtatter, die Rimpler um 4, um 8 Tage ſpäter fallen laſſen, ja, von einem Sachverſtändigen, der fleißig Quellen ſtudirt hat, wird der 18. Auguſt als der wahrſcheinliche Todestag bezeichnet.

Es iſt merkwürdig, wie viel mit Verdunkelungen Rimpler zu thun gehabt.

Im Leben verdunkelte er ſelbſt durch poſitives und negatives Verhalten, durch die Schriften, die er gab, und durch die Zeichnungen, die er nicht gab, ſeine Perſönlichkeit, und als er aus dem Leben ſchied, umdunkelte ſeinen Tod die Sage!

Denn es ſcheint uns nicht zufällig, ſondern inſtinktive Volkspoeſie, daß der berühmte Ingenieur Rimpler und die berühmte Vertheidigung von Wien länger beiſammen gelaſſen worden ſind als elf Tage.

Es iſt immer ein Zeichen von der Volksthümlichkeit einer hiſtoriſchen Perſon, wenn ſich unhiſtoriſche Legenden um dieſelbe ſpinnen.

Es mag zum Belege für die Thätigkeit der Volksphantaſie eine Erzählung aus der Hamburger Kern-Chronik eingeſchaltet werden, deren Held „Rimpler als Mineur" iſt.

Man muß ſich erinnern, daß, als Rimpler noch lebte, mit der Minenvertheidigung nur eben ein ſchwacher Anfang gemacht war, daß es ſich zunächſt jedenfalls nur um Gegenminen im Glacis, dicht am gedeckten Wege, handelte. Dieſe Gegenminen waren ſehr primitiver Natur. Man grub ſich ohne ſonderliche Berückſichtigung der feindlichen Minenarbeiten an einem beliebigen Orte ein und ſuchte nur die oberirdiſchen Logements des Gegners in die Luft zu ſprengen. Traf man hierbei zufällig auf den feindlichen Mineur, ſo ſetzte es zuerſt einen Kampf Mann gegen Mann ab, worauf man die feindlichen Gänge verſchüttete. Zuweilen grub man auch dem feindlichen Mineur direkt entgegen, jedoch nur darum, um ſich des Pulvers in der Minenkammer zu bemächtigen. Das in Oſtende gegebene Beiſpiel fand nur ſelten Nachahmung.

Ob Rimpler ſchon daran hat denken können, mit ordentlichen Contregalerien vorbereitend die Escarpen der mit dem Breſch-

minen-Angriff bedrohten drei Angriffswerke des Hauptwalles auszuſtatten, iſt zu bezweifeln; er wird dazu nicht Zeit und auch das Perſonal noch nicht gehabt haben.

Die „Contra-Mine“, von der die Chronik ſpricht, wird alſo eine jener kurzen, ſchleppſchachtartigen Röhren geweſen ſein, die vielleicht von der Contreſcarpe oder vom gedeckten Wege aus unter das feindliche Logement vorgetrieben wurden.

Der Chroniſt hat das nicht verſtanden oder abſichtlich nicht beſchrieben. Der naive Leſer denkt ſich nun die Contra-Mine tief im Schooß der Erde, und dort im Scheine des trüben Grubenlichtes ſtößt der einſame Minirer........ doch, der Chroniſt mag ſelbſt erzählen.

„Sehr nachdeutlich iſt es“, ſchreibt der Chroniſt, „daß der berühmte Ingenieur Rumpler, der auch damahlen ſein Leben gelaſſen, als er in einer contra Mine beſchäfftiget geweſen, tief in der Erden ein altes Gemäuer und darinnen ein Zinnern Sark angetroffen, welchen er vor einen Todten-Sark angeſehen, als er ihn aber geöffnet, war er angefüllet mit altem Gelde, Gold, Silber und Edelgeſteinen, darinnen auch auf einer Zinnern Taffel mit uralten Buchſtaben dieſe Worte zu leſen:

Gaudebis
Si in veneris, videbis, tacebis,
Sed
(Universus equus) (Turris erecta et armata)
(Diversa ordinata arma)
Subscriptio.
Roland. Hann. Mog. posuit.“

Rimpler war alſo auch ein Schatzgräber und zwar ein glücklicher Schatzgräber. Allem Anſchein nach aber war die ganze Sache, wenn ſie überhaupt wahr iſt, von Starhemberg oder vielleicht auch von Capliers, Liebenberg oder dem an originellen Ideen reichen Biſchof Kollonits erdacht und veranſtaltet worden, um den Muth der auf Vorbedeutungen und Anzeichen bauenden Kriegsleute und Bürger neu zu beleben. Dies iſt um ſo wahrſcheinlicher, als man von einem zur ſelben Zeit in Neapel gemachten Funde erzählte. Man hätte dort, ſo erzählte man, als man die Fundamente eines neuen Kloſters ausheben wollte, eine unterirdiſche Kapelle und in deren Mitte einen fliegenden Doppeladler mit der Inſchrift gefunden, nach welcher der Türke zu derſelben Zeit, in

welcher man dieſe Kapelle auffinden würde, würde geſchlagen werden. Wenn man nun in Wien auf eine ähnliche Vorherſagung traf, ſo mußte die Gewißheit derſelben der Bevölkerung unbeſtreitbar erſcheinen. Und mindeſtens dienten die in den Sarg gelegten Münzen (deren Geſammtwerth vermuthlich ein mäßiger war und die jedenfalls eine gute Priſe der Mineure und der nächſtbefindlichen Soldaten wurden) dazu, den Eifer der Mineure und die Luſt am Minengraben zu erhöhen, da es ja möglich war, daß man bei fortgeſetzter Arbeit auf weitere und noch reichere Funde ſtieß.

Ungefähr um dieſelbe Zeit, als der gedeckte Weg vollſtändig in die Gewalt der Türken gerieth, gelangten die Letzteren „durch die Erde in den Stadtgraben.“ (Alſo eine regelrechte gedeckte Descente.) Ihre Angriffe auf die Verbauungen im Graben wurden abgeſchlagen, dagegen glückte es ihnen, den Mineur an der Spitze des Burgravelins anzuſetzen. Es findet ſich kein Anzeichen dafür, daß die Vertheidiger dieſes Beginnen anders als durch ihr Feuer und die blanke Waffe zu verhindern ſuchten. Die türkiſchen Mineure gingen vor den Augen der Vertheidiger über die Grabenſohle und begannen am Fuß der Escarpe ihr zerſtörendes Werk, und ſchon am 12. Auguſt zerſtörte eine gewaltige Mine die Spitze des Ravelins.

Dieſe Sorgloſigkeit fand übrigens einige Wochen ſpäter ein Gegenſtück in der Untergrabung der Löbl=Baſtei. Der auf dieſem Werke die Wache habende Lieutenant, welcher es ruhig zugelaſſen hatte, daß ſich die Türken hart an dem Fuß der Mauer eingegraben hatten, erhielt von Starhemberg die Wahl zwiſchen dem Galgen oder der Zerſtörung der feindlichen Arbeiten durch einen mit nur 24 Mann unternommenen Ausfall. Der Unglückliche wählte natürlich das Letztere und büßte ſeine Sorgloſigkeit mit ſeinem und ſeiner Gefährten Tode.

Die Zerſtörung der Spitze des Ravelins führte noch nicht den Verluſt dieſes Werkes herbei. Im Gegentheil entſpann ſich um daſſelbe ein faſt beiſpielloſer Kampf. Mit Recht ſagt daher M. J. Schmidt in ſeiner Geſchichte der Deutſchen (1797), nachdem er den langen Widerſtand, welchen das Ravelin geleiſtet, geſchildert: „Mehr Kunſt mag wohl in neueren Belagerungen ſein verwendet worden, aber gewiß nie ſo viel hartnäckige Tapferkeit, als diesmal die Kaiſerlichen gezeigt hatten.“ Der Ruhm der

Letzteren wird durch dieſes zutreffende Urtheil gewiß nicht vermindert, ſondern vielmehr erhöht. Minenerfolge hat Rimpler nicht mehr erlebt; in der ſpäteren Periode der Belagerung hatte der Vertheidiger deren einige zu verzeichnen.

So wurden mehrere Gegenminen mit beträchtlichem Erfolge geſprengt, die Arbeiten der Türken wiederholt zerſtört und unterbrochen, und endlich wurde die bereits eingeführte Ladung einer gewaltigen Mine unter der Burg-Baſtei aufgefunden und fortgeräumt. Das Auffliegen dieſer Mine, die zugleich mit zwei Minen unter der Löbl-Baſtei gezündet werden ſollte, würde wahrſcheinlich den Fall der Stadt nach ſich gezogen haben. Es wäre unbillig, wenn man das Verdienſt hierfür dem Ingenieur, welcher an Rimplers Stelle trat, beimeſſen wollte. Im Gegentheil mochte erſt jetzt die Tüchtigkeit der Ingenieure, welche er geſchult hatte, zu Tage treten. Ebenſo dürften die Palliſadirungen, Traverſen, Caponnieren, Galerien und wie man alle ſeit- und rückwärts des Ravelins im Graben angebrachten Abſchnitte nannte, noch von Rimpler entworfen und begonnen worden ſein. Seine Nachfolger arbeiteten, als die Burg- und beſonders die Löbl-Baſtei in Breſche gelegt waren, in gleicher Weiſe und mit demſelben Eifer weiter. Rimpler iſt allerdings nur bis zum 25. Juli perſönlich auf dem Poſten geweſen, aber es wäre zu weit gegangen, wenn man ſeine geſammte Thätigkeit mit dem 25. Juli, als dem Tage ſeiner Verwundung, für beendet betrachten wollte. Rimpler erhielt bei Beginn der Belagerung den Ingenieur Elias Kühn, einen Schleſier, zur Mithilfe zugewieſen. Bei Rimplers Eifer und Hingebung darf es als gewiß angenommen werden, daß er auch nach erlittener Verwundung dem ihn um Rath fragenden Kühn nicht nur jede Auskunft ertheilte, ſondern ſich auch von dieſem ſeinem Ablatus genauen Bericht erſtatten ließ und ihm mehr oder minder detaillirte Anweiſungen über die zunächſt auszuführenden Arbeiten — für welche auch die Pläne ſchon fertig ſein mochten — ertheilte. Es können alſo vielleicht die bis zum 1. Auguſt ausgeführten Arbeiten mit vollem Rechte als von Rimpler ausgeführt bezeichnet werden. (Gerade bei ſo ſchweren Verwundungen kommt es häufig vor, daß der Kranke nicht nur die feſte Hoffnung auf ſeine Wiederherſtellung, ſondern auch die volle Geiſtesfriſche bis kurz vor dem Eintritt des Todes beibehält.)

Andererſeits aber mußte Kühn durch den Verkehr mit ſeinem Chef deſſen Intentionen hinlänglich kennen gelernt haben, ſo daß er nach deſſen Tode ganz in der begonnenen Weiſe und Rimplers Ideen entſprechend fortfahren konnte, wobei ihm die von dem letzteren hinterlaſſenen Pläne und Aufzeichnungen zu ſtatten kommen mochten.

Wenn daher auch Starhemberg und ſeine Offiziere über den Tod Rimplers von „tiefer Trauer erfüllt wurden", ſo mochte man ſich doch mit dem Gedanken tröſten, daß Rimpler einen tüchtigen Nachfolger hinterlaſſen hatte (von Angniſſola und Suttinger gar nicht zu reden, deren Verdienſte nach der Belagerung durch Beförderung zu Hauptleuten anerkannt worden ſind). Konnte ein Theil der ſpäter ausgeführten Arbeiten dem Verdienſte Rimplers, weil nach deſſen Anordnungen und Plänen vollendet, zugemeſſen werden, ſo wäre es bei dem Vertrauen, welches man in Rimpler geſetzt hatte, unklug geweſen, der Beſatzung und Bevölkerung darin zu widerſprechen. Ja Kühn ſelbſt mochte anfänglich eines beſſeren Erfolges ſicher ſein, wenn er auch bei der Ausführung ſeiner eigenen Ideen ſich das Anſehen gab, nur nach den Ideen Rimplers zu arbeiten. So wurde denn Rimplers Name auch in der ſpäteren Periode vielfach genannt, und es mag mancher Berichterſtatter im guten Glauben an die fortgeſetzte perſönliche Thätigkeit Rimplers auch deſſen Todestag ſpäter angeſetzt haben. Daß Andere dieſen Tag noch früher anſetzen, iſt theils durch die Ungenauigkeit der Berichte an ſich, theils dadurch zu erklären, daß man den Tag ſeiner Verwundung für ſeinen Todestag annahm. Hierzu mag es weſentlich beigetragen haben, daß am 25. Juli ein Oberſtlieutenant Walter vom Regimente Württemberg fiel. Eine Verwechſelung war da leicht möglich.

Im Uebrigen ſtimmen die Angaben des Werkes „Das Kriegsjahr 1683" mit den Berichten der in dieſem Aufſatze benutzten Quellen überein. Die Abſchnitte auf der Burg- und Löbl-Baſtei werden da als das Werk des Ingenieurs Kühn angegeben. Auch jene Chroniſten, welche das Wirken Rimplers noch bis zum halben Auguſt dauern laſſen, bemerken, daß er vor dem Angriffe auf den Hauptwall, ja vor dem Verlaſſen des Burgravelins den Tod gefunden habe, und daß die weiteren Arbeiten, namentlich

die Abſchnitte des Hauptwalles, von Kühn und anderen Ingenieuren ausgeführt worden ſind.*)

Es iſt ferner wahrſcheinlich, daß Rimpler verſchiedene gegen die Türken angewendete Vertheidigungsmittel empfohlen und eingeführt hat. So z. B. die „an lange Stangen gehefteten Senſen“, gegen welche die Türken als eine gegen alle Kriegsmanier verſtoßende Waffe proteſtirten! Dann die „leimernen gebrannten Kugeln, die an den türkiſchen Leibern zerſchmetterten, und wann ſie die ungewöhnlichen Wunden kuriren wollten, mußten ſie das Fleiſch bis auf die Knochen wegſchneiden.“ Es waren dieſe Kugeln vermuthlich der „gebackene Hagel“, deſſen die Artilleriſten des ſechzehnten Jahrhunderts erwähnen und welchen Rimpler während ſeines Aufenthalts in den Oſtſeeländern kennen gelernt haben mochte.

Es war Rimpler nur kurze Zeit vergönnt, für die Vertheidigung von Wien ſeine körperliche Exiſtenz einzuſetzen; er hat ſie früh zum Opfer bringen müſſen. Aber in der Vorbereitung und dadurch über ſein perſönliches Zugegenſein hinaus hat er an dem glücklichen Erfolge den rühmlichſten Antheil.

Er war ein tapferer und pflichttreuer Soldat und ein verwendbarer und findiger Ingenieur-Offizier, und darum möge ſeinem Andenken überhaupt und ſpeciell jetzt in Wien alle Achtung gezollt werden.

Bezüglich ſeiner Schriften aber kann man mit dem beſten Willen Rimpler kein ſolches Verdienſt zuſprechen. Sie ſind eben nur ihrer Curioſität wegen „intereſſant“. Uebrigens wollte Starhemberg, oder welcher General ſonſt den Oberſtlieutenant Rimpler nach Wien beorderte, ganz ſicher nicht den berühmten, reformirenden, fortifikatoriſchen Schriftſteller, ſondern den geübten Ingenieur-Offizier haben, abgeſehen davon, daß es hier keine neue

*) Unter dieſen „anderen“ war Suttinger. Was er über dieſe Thätigkeit geſchrieben hat (in ſeiner Streitſchrift Rimpler contra Wertmüller; 1687), iſt intereſſant genug, um es wörtlich beizufügen:

„Ich ſetze allhier allen eitlen Ruhm auf die Seite, allein ich bin ſelbſt Anno 1683 in der Wieneriſchen Belagerung von Anfang bis zum Ende mit Verfertigung derer Abſchnitte ſo wohl Tag als Nacht beſchäftigt geweſen, habe aber mit Grund der Wahrheit befunden, daß die ganz neuen Werke denen alten auf keinerlei Weiſe zu vergleichen, viel weniger vorzuziehen ſein.“ Anmerk. d. Red.

Feſtung zu erbauen gab, ſondern daß es ſich um die Vertheidigung einer vor 130 Jahren erbauten Feſtung handelte!

Was über die ſonſtigen Leiſtungen und Verdienſte Rimplers in dem Werke „Das Kriegsjahr 1683" geſagt wird, mag, wenn man die Veranlaſſung des Werkes berückſichtigt, keiner ſchärferen Kritik unterzogen werden. (Uebrigens ſtehen dieſe Worte nur auf dem beſcheidenen, den Anmerkungen gewidmeten Platze.) Es heißt da wörtlich:

„Sein Verluſt war für die Vertheidiger von Wien äußerſt empfindlich, da er zu den fähigſten und tüchtigſten Kriegsbaumeiſtern ſeiner Zeit gehörte, der ſogar mit dem großen Ingenieur Vauban in die Schranken trat.

Eine neue Befeſtigungsmanier (Verbindung des tenaillirten mit dem baſtionirten Umriſſe), welche Rimpler erſann, führt noch heute deſſen Namen.

Er war in ſeinem Fache auch ſchriftſtelleriſch thätig, und es erſchienen ſeine ſämmtlichen Werke bei Andreas Herlin in Dresden und Leipzig im Jahre 1724."

Wenn wir mit Bereitwilligkeit die Tages- und ſonſtigen Daten des „Das Kriegsjahr 1683", weil auf bisher unbenutzten officiellen Acten baſirend, als richtig anerkennen, ſo wollen wir dagegen die zwei erſten angeführten Sätze mit Stillſchweigen übergehen.

A. Dittrich,
k. k. Landwehrhauptmann.

Nachtrag.

Der Unterzeichnete fügt diejenigen biographiſchen Angaben über Rimpler bei, die er bei Gelegenheit einſchlägiger Studien aus ſehr verſchiedenen Quellen — theils als ſicher, theils als ſehr wahrſcheinlich richtig — erforſcht hat. Es ſind nur wenige Daten, aber deren doch viel mehr, als bisher an irgend einem Orte zuſammengebracht worden. Der gegenwärtige Stadtrath in Rimplers Vaterſtadt hat ſchätzbare Beiſteuer geliefert.

Es werden hier kurzgefaßt nur die ſicher oder nach Wahrſcheinlichkeit datirten Thatſachen gegeben; die nähere Ausführung und Begründung ſoll in einem beſonderen Artikel über „Rimpler als Schriftſteller und Manieren-Erfinder" folgen.

Geburtsort: Leisnig an der Freiberger Mulde, unweit

Digitized by Google

Leipzig; alte Stadt von 5000 Einwohnern, die Handwerk und Feldbau trieben.

Die Rimpler (ältere Schreibweiſe Rompler, ſpäter Rumpler und Rümpler) eine während des 16., 17. und 18. Jahrhunderts in Leisnig ſeßhafte, weitverzweigte, angeſehene Bürgerfamilie.

Georg Rimpler, Sohn eines ſehr begüterten Fleiſchhauers gleichen Vornamens, der zur Zeit ſchon bejahrt war.

Geburtsjahr unſeres Rimpler: 1636.

Früh verwaiſt, jedenfalls vor dem 8. Lebensjahre. Wahrſcheinlich in Haus und Familie eines nahen Verwandten aufgenommen, der Weißgerber war. In daſſelbe Handwerk eingetreten. Als ausgelernter Geſell auf die Wanderſchaft gegangen. Längs der Oſtſeeküſte bis Livland gelangt und in Riga bei den Schweden Soldat geworden. Wahrſcheinlich mit der Abſicht, dem Kriegshandwerk treu zu bleiben und als junger Mann, dem es an ererbten Geldmitteln nicht fehlte, ſich emporzubringen.

Zeugniß ernſter Studien: der gut verbürgte Aufenthalt Rimplers in Nürnberg als Schüler des Mathematikers und Malers Gorck. Zeit unbeſtimmt; jedenfalls zwiſchen 1661 und 1669.

Die Belagerungen, denen Rimpler beigewohnt, vorſtehend im Text und Anmerkung (Seite 387 bis 390) erörtert.

Nach Kandia im Gefolge des ſchwediſchen Grafen Königsmarck gelangt — unbekannt in welchem Rang und Stand.

26. Juni 1669 Lieutenant bei einer der 24 Kompagnien, die von den Herzögen von Braunſchweig und Lüneburg der Republik Venedig zu Hilfe geſandt waren.

Einſtellung der Feindſeligkeiten bei Kandia am 5. September 1669; 14 Tage ſpäter Einſchiffen des niederſächſiſchen Hilfsvolks zur Rückkehr in die Heimath, demzufolge auch Rimpler zunächſt nach Braunſchweig gelangte.

Zwiſchen 1671 und 1674 Erſcheinen der beiden Rimplerſchen Schriften; ergänzt 1678 durch eine Streitſchrift wider einen Kritiker ſeines Hauptwerkes.

Die übrigen Lebensumſtände vorſtehend im Text.

Rimpler muß bei ſeinem Tode in guter Vermögenslage geweſen ſein, denn ſeinen nächſten Anverwandten in Leisnig — unter denen ein Weißgerber Georg Rimpler (vielleicht Sohn ſeines Pflegevaters) genannt wird — ſind Erbtheile von Wien ausgehändigt worden. G. Schröder.

Digitized by Google

XIII.

Neue balliſtiſche Rechnenformeln

von

Denecke,

Sekondelieutenant im Badiſchen Fuß-Artillerie-Bataillon Nr. 14.

(Schluß.)

---

§ 10.

Convergenz der Reihenentwickelung nach $z = y' - \text{tag}\,\tau_1$.

Wie ſchon im § 2 nachgewieſen wurde, lauten die Bedingungen der Convergenz für die Reihenentwickelung nach z, wenn man den Urſprung der Coordinaten aus dem Scheitel der Bahn in einen Punkt verlegt, für welchen $y' = \text{tag}\,\tau_1$ iſt:

$$1.\ \text{tag}\,\tau_1^2 > \tfrac{1}{2}(y'^2 - 1)$$

$$2.\ -\frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_1^n \cdot \cos \tau_1^n} < \frac{1}{\cos \tau_1^{n-1}}$$

$$\cdot \int_0^z \left[1 + z \cdot \sin 2\tau_1 + z^2 \cdot \cos \tau_1^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz < + \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_1^n \cdot \cos \tau_1^n}$$

Die erſte dieſer Bedingungen giebt die Beziehung an, welche zwiſchen $\text{tag}\,\tau_1$ und y' ſtattfinden muß, wenn y' abſolut genommen größer als 1 wird; die zweite liefert, wie man ſogleich ſehen wird, die Relation, welche zwiſchen den Größen $\text{tag}\,\tau_1$, y' und η' beſtehen muß, wenn y' abſolut genommen gleich oder größer als η' wird.

Zunächſt iſt zu konſtatiren, daß der Fall, wo y' abſolut genommen gleich oder größer als η' wird, nur für den abſteigenden Aſt einen Sinn haben kann; denn in dem aufſteigenden Aſte wird in dem Punkte $y' = -\eta'$ die Geſchwindigkeit unendlich und findet demnach die mathematiſche Betrachtung der Bahn an dieſer Stelle

überhaupt eine Grenze. In dem abſteigenden Aſte erleidet die Stetigkeit des Bewegungsvorgangs an keiner Stelle eine derartige Unterbrechung, vielmehr bleibt für alle poſitiven Werthe von y' die Geſchwindigkeit endlich und nähert ſich, je mehr y' zunimmt, deſto mehr ihrem ſogenannten finalen Werthe $v = \sqrt[n]{\frac{g}{b_n}}$, welchen ſie im Grenzfalle $y' = +\infty$ erreicht. Da nun y' im abſteigenden Aſte alle Werthe zwiſchen 0 und $+\infty$ durchläuft, ſo muß es an irgend einer Stelle einmal gleich und jenſeits derſelben größer als η' werden, inſofern η' wenigſtens endlich iſt. Daß übrigens η' bei allen ſogenannten ſchiefen Würfen einen endlichen Werth haben muß, geht ſchon daraus hervor, daß unter dieſen Umſtänden v_0 ſtets einen endlichen und von Null verſchiedenen Werth beſitzt, daß alſo die Gleichung

$$\int_0^{\eta'} \left[1+y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} . dy' = -\frac{g}{n . b_n . v_0^n}$$

auch nur durch einen endlichen Werth von η' befriedigt werden kann.

Je größer die Anfangsgeſchwindigkeit wird, deſto weniger wird offenbar η' von $\text{tag}\,\alpha$ verſchieden ſein, und kann es daher ſehr wohl kommen, daß, wenn bei großen Anfangsgeſchwindigkeiten die Elevationen einen gewiſſen Werth überſchreiten, die Tangenten der Fallwinkel abſolut genommen größer als η' werden.

Dann aber divergiren nach dem § 2 die Reihen nach aufſteigenden Potenzen der Tangente des Fallwinkels, welche die Elemente des Endpunktes der Bahn darſtellen, und iſt es deshalb von größter Wichtigkeit, zu ſehen, ob nicht durch Verlegung des Urſprungs in den abſteigenden Aſt die Convergenzgrenze erweitert werden kann.

Verlegt man den Urſprung der Coordinaten in einen Punkt des abſteigenden Aſtes, für welchen $y' = +\text{tag}\,\tau_2$ iſt, ſo lautet die Bedingung 2:

$$\frac{1}{\cos \tau_2^{n-1}} . \int_0^z \left[1 + z . \sin 2\tau_2 + z^2 . \cos \tau_2^2\right]^{\frac{n-1}{2}} . dz < \frac{g}{n . b_n . v_2^n . \cos \tau_2^n}.$$

Führt man y' wieder als Variable ein und beachtet, daß

$$\frac{1}{v_2{}^n \cdot \cos \tau_2{}^n} = \frac{1}{v_0{}^n} + \frac{n \cdot b_n}{g} \cdot \int\limits_0^{\operatorname{tag} \tau_2} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

iſt, ſo wird:

$$\int\limits_{\operatorname{tag} \tau_1}^{y'} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' < \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0{}^n} + \int\limits_0^{\operatorname{tag} \tau_2} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

oder:

$$\int\limits_0^{y'} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' < \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0{}^n} + 2 \cdot \int\limits_0^{\operatorname{tag} \tau_2} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'.$$

Beachtet man ferner, daß

$$\int\limits_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = \int\limits_{\eta'}^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' + \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0{}^n}$$

iſt, ſo erhält man ſchließlich die Bedingung:

$$2a. \int\limits_0^{\operatorname{tag} \tau_2} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' > 1/2 \int\limits_{\eta'}^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

welche immer erfüllt werden kann, ſo lange y' endlich bleibt, weil beide Integrale ſtetig wachſende Funktionen ihrer oberen Grenzen ſind.

Läßt man y' hinreichend zunehmen, ſo muß $\operatorname{tag} \tau_2$ einmal gleich und demnächſt größer als η' werden, woraus folgt, daß man dann eine mehrmalige Verlegung des Urſprungs vornehmen muß. Faßt man die Reſultate aller dieſer Unterſuchungen zuſammen, ſo erhellt, daß ſich die Elemente aller Punkte der Bahn, welche zwiſchen den Grenzen $y' = -\eta'$ und $y' = +\infty$ liegen, durch convergente Reihen nach aufſteigenden Potenzen der Tangente des Tangentialwinkels ſelbſt, reſp. nach aufſteigenden Potenzen des Unterſchieds der Tangenten zweier Tangentialwinkel darſtellen laſſen.

Für das praktiſche Rechnen iſt natürlich, außer der Convergenz überhaupt, der Grad derſelben von großer Bedeutung. Nun laſſen

ſich zwar die Elemente des Anfangspunktes der Bahn bei Elevationen unter 45 Grad ſtets durch convergente Reihen nach aufſteigenden Potenzen von tag α darſtellen, allein, wenn bei großen Anfangsgeſchwindigkeiten (über ca. 400 m) die Abgangswinkel größer als etwa 20 Grad werden, convergiren die genannten Reihen ſo ſchwach, daß dieſelben zum praktiſchen Gebrauche ſich wenig eignen. Der Grund dieſer Erſcheinung iſt offenbar darin zu ſuchen, daß in den angezogenen Fällen der Werth von tag α ſehr nahe an η' liegt und zugleich nicht weit genug von der Einheit verſchieden iſt, um trotzdem die Convergenz günſtig beeinfluſſen zu können.

Daß man unter dieſen Umſtänden durch Verlegung des Urſprungs aus dem Scheitel in den aufſteigenden Aſt für die Elemente der Geſchützmündung weit raſcher convergirende Reihen erhält, bedarf wohl keiner weitern Erörterung.

§ 11.

Reihenentwickelung nach z im quadratiſchen, cubiſchen und biquadratiſchen Luftwiderſtandsgeſetz.

Man geht aus von der Gleichung:

$$\nu = (z')^{-\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1^n \cdot \cos \tau_1{}^n}$$

$$+ \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n.b_n}{g} \cdot \int_0^{z'} \left(1 + z \cdot \sin 2\tau_1 + z^2 \cdot \cos \tau_1{}^2\right)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz$$

mithin wird:

$$\frac{d\nu}{dz} = \nu' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n.b_n}{g} \cdot \left[1 + z.\sin 2\,\tau_1 + z^2 \cdot \cos \tau_1{}^2\right]^{\frac{n-1}{2}}$$

Setzt man der Kürze halber:

$$\nu' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n.b_n}{g} \cdot \omega^{\frac{n-1}{2}}$$

ſo wird:

$$\nu'' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n.b_n}{g} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot 1\,!\,\omega^{\frac{n-3}{2}} \cdot \omega'$$

u. ſ. w.

und erhellt, daß man zur Bildung der Differentialquotienten von ν nach z die dem § 2 beigegebene Tabelle benutzen kann, wenn man in derſelben für ν ſchreibt ω und $p = \frac{n-1}{2}$ ſetzt. Da

$$\omega = 1 + z \,.\, \sin 2\tau_1 + z^2 \,.\, \cos\tau_1^2$$

iſt, ſo wird:

$$\omega' = \sin 2\tau_1 + 2 \,.\, z \,.\, \cos\tau_1^2$$
$$\omega'' = 2 \,.\, \cos\tau_1^2$$
$$\omega''' = 0$$

und für $z = 0$:

$$\omega_0 = 1$$
$$\omega_0' = \sin 2\tau_1$$
$$\omega_0'' = 2 \,.\, \cos\tau_1^2$$

Auf die angegebene Weiſe gelangt man zu den Werthen:

$$\nu_0 = \frac{1}{v_1^n \cos\tau_1^n}$$

$$\nu_0' = \frac{1}{\cos\tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g}$$

$$\nu_0'' = \frac{1}{\cos\tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \,.\, 1!\sin 2\tau_1$$

$$\nu_0''' = \frac{1}{\cos\tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \Bigg[\binom{\frac{n-1}{2}}{2} \,.\, 2!\sin 2\tau_1^2 + 1 \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \,.\, 1!2 \,.\, \cos\tau_1^2\Bigg]$$

$$\nu_0^{(4)} = \frac{1}{\cos\tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \Bigg[\binom{\frac{n-1}{2}}{3} \,.\, 3!\sin 2\tau_1^3 + 3 \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \,.\, 2!2 \,.\, \cos\tau_1^2 \,.\, \sin 2\tau_1\Bigg]$$

$$\nu_0^{(5)} = \frac{1}{\cos\tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \Bigg[\binom{\frac{n-1}{2}}{4} \,.\, 4!\sin 2\tau_1^4 + 6 \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \,.\, 3!2 \,.\, \cos\tau_1^2 \,.\, \sin 2\tau_1^2 + 1 \,.\, 3 \,.\, \binom{\frac{n-2}{2}}{2} \,.\, 2!4 \,.\, \cos\tau_1^4\Bigg]$$

u. ſ. w.

Subſtituirt man die Werthe von ν_0 und deſſen Ableitungen in die Tabelle und ſetzt $p = -\frac{2}{n}$, ſo erhält man $g \cdot x'_0$ und deſſen Differentialquotienten und kann hierauf x und y als Reihen nach aufſteigenden Potenzen von z darſtellen. Setzt man der Kürze wegen $\frac{g \cdot \cos \tau_1{}^{n-1}}{n\, b_n \cdot v_1{}^n \cdot \cos \tau_1{}^n} = f'_n$ und $\frac{1}{f'_n} \cdot z = z_n$ und entſprechen dem Elemente $z_n = o$ die Elemente $x = x_1'$ und $y = h_1'$, ſo wird im quadratiſchen Geſetze:

$$\text{I.}\quad x - x_1' = \frac{v_1{}^2 \cdot \cos \tau_1{}^2}{g} \cdot \Big[f_2' \cdot \ln(1+z_2) - \sin 2\tau_1 \cdot f_2'^2 \cdot \Big(\frac{1}{12} z_2{}^3 - \frac{1}{8} z_2{}^4 + \frac{3}{20} z_2{}^5 - \frac{1}{6} z_2{}^6 + \frac{5}{28} z_2{}^7 - \frac{3}{16} z_2{}^8 + \frac{7}{36} z_2{}^9 - \frac{1}{5} z_2{}^{10} \Big) - \cos \tau_1{}^4 \cdot f_2'^2 \cdot \Big(\frac{1}{24} z_2{}^4 - \frac{1}{15} z_2{}^5 + \frac{1}{12} z_2{}^6 - \frac{2}{21} z_2{}^7 + \frac{5}{48} z_2{}^8 - \frac{1}{9} z_2{}^9 + \frac{7}{60} z_2{}^{10} \Big) + \sin \tau_1 \cdot \cos \tau_1{}^2 \cdot f_2'^4 \cdot \Big(\frac{1}{40} z_2{}^5 - \frac{1}{24} z_2{}^6 + \frac{3}{56} z_2{}^7 - \frac{1}{16} z_2{}^8 + \frac{5}{72} z_2{}^9 - \frac{3}{40} z_2{}^{10} \Big) + \sin 2\tau_1{}^2 \cdot f_2'^4 \cdot \Big(\frac{1}{80} z_2{}^5 - \frac{1}{32} z_2{}^6 + \frac{3}{56} z_2{}^7 - \frac{5}{64} z_2{}^8 + \frac{5}{48} z_2{}^9 - \frac{21}{160} z_2{}^{10} \Big) \Big]$$

$$\text{II.}\quad y - h_1' = \frac{v_1{}^2 \cdot \cos \tau_1{}^2}{g} \cdot \Big[f_2'^2 \cdot \Big(z_2 - \ln(1+z_2) \Big) - \sin 2\tau_1 \cdot f_2'^3 \cdot \Big(\frac{1}{16} z_2{}^4 - \frac{1}{10} z_2{}^5 + \frac{1}{8} z_2{}^6 - \frac{1}{7} z_2{}^7 + \frac{5}{32} z_2{}^8 - \frac{1}{6} z_2{}^9 + \frac{7}{40} z_2{}^{10} - \frac{2}{11} z_2{}^{11} \Big) - \cos \tau_1{}^4 \cdot f_2'^4 \cdot \Big(\frac{1}{30} z_2{}^5 - \frac{1}{18} z_2{}^6 + \frac{1}{14} z_2{}^7 - \frac{1}{12} z_2{}^8 + \frac{5}{54} z_2{}^9 - \frac{1}{10} z_2{}^{10} + \frac{7}{66} z_2{}^{11} \Big) + \sin \tau_1 \cdot \cos \tau_1{}^5 \cdot f_2'^2 \cdot \Big(\frac{1}{48} z_2{}^6 - \frac{1}{28} z_2{}^7 + \frac{3}{64} z_2{}^8 - \frac{1}{18} z_2{}^9 + \frac{1}{16} z_2{}^{10} - \frac{3}{44} z_2{}^{11} \Big) + \sin 2\tau_1{}^2 \cdot f_2'^5 \cdot \Big(\frac{1}{96} z_2{}^6 - \frac{3}{112} z_2{}^7 + \frac{3}{64} z_2{}^8 - \frac{5}{72} z_2{}^9 + \frac{3}{32} z_2{}^{10} - \frac{21}{176} z_2{}^{11} \Big) \Big] + \operatorname{tag} \tau_1 \cdot (x - x_1')$$

im cubiſchen Geſetze:

$$\text{I.}\quad x - x_1' = \frac{v_1^2 \, . \cos \tau_1^2}{g} \cdot \Big[3 \, . \, f_3' . \Big([1 + z_3]^{1/3} - 1 \Big) - \sin 2 \tau_1 \, . \, f_3'^2$$

$$\cdot \Big(\frac{1}{9} z_3^3 - \frac{5}{36} z_3^4 + \frac{4}{27} z_3^5 - \frac{110}{729} z_3^6 + \frac{110}{729} z_3^7 - \frac{1309}{8748} z_3^8$$

$$+ \frac{26\,180}{177\,147} z_3^9 - \frac{8602}{59\,049} z_3^{10} \Big) - \cos \tau_1^2 \, . \, f_3'^3 . \Big(\frac{1}{18} z_3^4$$

$$- \frac{2}{27} z_3^5 + \frac{20}{243} z_3^6 - \frac{440}{5103} z_3^7 + \frac{385}{4374} z_3^8 - \frac{5236}{59\,049} z_3^9$$

$$+ \frac{5236}{59\,049} z_3^{10} \Big) + \sin 2 \tau_1^2 . f_3'^4 . \Big(\frac{1}{36} z_3^5 - \frac{5}{81} z_3^6 + \frac{20}{189} z_3^7$$

$$- \frac{275}{1944} z_3^8 + \frac{385}{2187} z_3^9 - \frac{9163}{43\,740} z_3^{12} \Big) \Big]$$

$$\text{II.}\quad y - h_1' = \frac{v_1^2 \, . \cos \tau_1^2}{g} \cdot \Big[\frac{3}{4} \cdot f_3'^2 \Big([1 + z_3]^{4/3} - 4 . [1 + z_3]^{1/3} + 3 \Big)$$

$$- \sin 2 \tau_1 . \, f_3'^3 . \Big(\frac{1}{12} z_3^4 - \frac{1}{9} z_3^5 + \frac{10}{81} z_3^6 - \frac{220}{1701} z_3^7$$

$$+ \frac{385}{2916} z_3^8 - \frac{2618}{19\,683} z_3^9 + \frac{2618}{19\,683} z_3^{10} - \frac{86\,020}{649\,539} z_3^{11} \Big)$$

$$- \cos \tau_1^2 . \, f_3'^4 \cdot \Big(\frac{2}{45} z_3^5 - \frac{5}{81} z_3^6 + \frac{120}{1701} z_3^7 - \frac{55}{729} z_3^8$$

$$+ \frac{1540}{19\,683} z_3^9 - \frac{2618}{32\,805} z_3^{10} + \frac{4760}{59\,049} z_3^{11} \Big) + \sin 2 \tau_1^2$$

$$. f_3'^5 . \Big(\frac{5}{216} z_3^6 - \frac{10}{189} z_3^7 + \frac{5}{54} z_3^8 - \frac{275}{2187} z_3^9 + \frac{77}{486} z_3^{10}$$

$$- \frac{833}{4374} z_3^{11} \Big) \Big] + \operatorname{tag} \tau_1 . (x - x_1')$$

im biquadratiſchen Geſetze:

$$\text{I.}\quad x - x_1' = \frac{v_1^2 \,.\, \cos \tau_1^2}{g} \cdot \Big[2 \,.\, f_4' \,.\, \Big([1 + z_4]^{1/2} - 1 \Big) - \sin 2\tau_1 \,.\, f_4'^2$$

$$\cdot \Big(\frac{1}{8} z_4^3 - \frac{9}{64} z_4^4 + \frac{9}{64} z_4^5 - \frac{35}{256} z_4^6 + \frac{135}{1024} z_4^7$$

$$- \frac{2079}{16\,384} z_4^8 + \frac{1001}{8192} z_4^9 - \frac{3861}{32\,768} z_4^{10} \Big) - (1 - \sin \tau_1^4)$$

$$.\, f_4'^3 \,.\, \Big(\frac{1}{16} z_4^4 - \frac{3}{40} z_4^5 + \frac{5}{64} z_4^6 - \frac{5}{64} z_4^7 + \frac{315}{4096} z_4^8$$

$$- \frac{77}{1024} z_4^9 + \frac{3003}{40\,960} z_4^{10} \Big) - \sin \tau_1 \,.\, \cos \tau_1^3 \, (3 - \sin \tau_1^2)$$

$$.\, f_4'^4 \,.\, \Big(\frac{1}{80} z_4^5 - \frac{1}{64} z_4^6 + \frac{15}{896} z_4^7 - \frac{35}{2048} z_4^8 + \frac{35}{2048} z_4^9$$

$$- \frac{693}{40\,960} z_4^{10} \Big) + \sin 2\tau_1^2 \,.\, f_4'^4 \,.\, \Big(\frac{27}{640} z_4^5 - \frac{45}{512} z_4^6$$

$$+ \frac{135}{1024} z_4^7 - \frac{2835}{16\,384} z_4^8 + \frac{3465}{16\,384} z_4^9 - \frac{81\,081}{327\,680} z_4^{10} \Big) \Big]$$

$$\text{II.}\quad y - h_1' = \frac{v_1^2 \,.\, \cos \tau_1^2}{g} \,.\, \Big[\frac{2}{3} \,.\, f_4'^2 \,.\, \Big(\big[1 + z_4 \big]^{3/2}$$

$$- 3 \big[1 + z_4 \big]^{1/2} + 2 \Big) - \sin 2\tau_1 \,.\, f_4'^3 \,.\, \Big(\frac{3}{32} \,.\, z_4^4$$

$$- \frac{9}{80} z_4^5 + \frac{15}{128} z_4^6 - \frac{15}{128} z_4^7 + \frac{945}{8192} z_4^8 - \frac{231}{2048} z_4^9$$

$$+ \frac{9009}{81920} z_4^{10} - \frac{3510}{32768} z_4^{11} \Big) - \Big(1 - \sin \tau_1^4 \Big) \,.\, f_4'^4 \Big(\frac{1}{20} \,.\, z_4^5$$

$$- \frac{1}{16} z_4^6 + \frac{15}{224} z_4^7 - \frac{35}{512} z_4^8 + \frac{35}{512} z_4^9 - \frac{683}{10240} z_4^{10}$$

$$+ \frac{273}{4096} z_4^{11} \Big) - \sin \tau_1 \,.\, \cos \tau_1^3 \,.\, (3 - \sin \tau_1^2)$$

$$.\, f_4'^5 \,.\, \Big(\frac{1}{96} z_4^6 - \frac{3}{224} z_4^7 + \frac{15}{1024} z_4^8 - \frac{35}{2304} z_4^9$$

$$+ \frac{63}{4096} z_4^{10} - \frac{63}{4096} z_4^{11} \Big) + \sin 2\tau_1^2 \,.\, f_4'^5 \,.\, \Big(\frac{9}{256} z_4^6$$

$$- \frac{135}{1792} z_4^7 + \frac{945}{8192} z_4^8 - \frac{315}{2048} z_4^9 + \frac{6237}{32768} z_4^{10}$$

$$- \frac{7371}{32768} z_4^{11} \Big) \Big] + \operatorname{tag} \tau_1 \, (x - x_1')$$

Durch paſſende Wahl von tag r_1 wird man es immer erreichen können, daß dieſe Formeln ſo raſch convergiren, daß man zu höhern Potenzen von z und weitern Klammern, als hier angegeben ſind, nicht aufzuſteigen nöthig hat. Was den praktiſchen Gebrauch anbelangt, ſo genügt die Bemerkung, daß die einzige Schwierigkeit in der Ermittelung des Einfallwinkels beſteht, wozu die Formeln II benutzt werden müſſen. Dieſe Aufgabe läßt ſich am beſten durch Probiren löſen.

Viel bequemer würde ſich freilich die Rechnung geſtalten, wenn man hier, analog wie in den §§ 4, 5, 6, die Reihenentwickelung nach $(x - x_1')$ zu Hilfe nähme, weil dieſe ſich auch in vorliegendem Falle durch bedeutend raſchere Convergenz auszeichnet.

Indeſſen liegt der Aufführung der Reihenentwickelung nach z in dieſer Arbeit lediglich die Abſicht zu Grunde, ein Mittel zur Controle der demnächſt aufzuſtellenden Rechnenformeln zu bieten und zwar in denjenigen Fällen, in welchen die Reihenentwickelungen nach y' oder x nicht mehr convergiren, und hierzu reichen obige Formeln vollkommen aus.

§ 12.
Formeln für das praktiſche Rechnen.

Wenn man bei der weitern Integration der Gleichung:

$$\left(1/g\, y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_0^{\,n}} + \frac{n \cdot b_n}{g} \cdot \left[y' + {}^1/_3 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot y'^3 + {}^1/_5 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^5 + {}^1/_7 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \cdot y'^7 + \ldots \right]$$

diejenigen Potenzen von y' vernachläſſigt, welche höher als die erſte ſind, ſo gelangt man zu den „geſchloſſenen Formeln“:

$$\text{I. } x = \frac{n}{n-2} \cdot \frac{v_0^{\,2}}{g} \cdot f_n \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y'\right)^{\frac{n-2}{n}} - 1 \right]$$

$$\text{II. } y = \frac{n}{2n-2} \cdot \frac{v_0^{\,2}}{g} f_n^{\,2} \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y'\right)^{\frac{2n-2}{n}} - \frac{2n-2}{n-2} \cdot \left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y'\right)^{\frac{n-2}{n}} + \frac{n}{n-2} \right]$$

Digitized by Google

$$\text{III. } t = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{v_0}{g} \cdot f_n \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y'\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

in welchen $f_n = \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0^n}$ geſetzt iſt.

Bemerkt muß werden, daß die Formeln I. und II. für den Fall $n=2$ ſinnlos werden, wo ſie die Form:

$$\text{Ia. } x = \frac{v_0^2}{g} \cdot f_2 \cdot \ln\left(1 + \frac{1}{f_2} \cdot y'\right)$$

$$\text{IIa. } y = \frac{v_0^2}{g} \cdot f_2^2 \cdot \left[\frac{1}{f_2} \cdot y' - \ln\left(1 + \frac{1}{f_2} \cdot y'\right)\right]$$

annehmen.

Dieſe geſchloſſenen Formeln ſind keineswegs neu, wenn ſie auch meines Wiſſens in ſo allgemeiner Form, wie hier, bisher nirgends bekannt gegeben wurden. Sie können aus nahe liegendem Grunde nur ſo lange genaue Reſultate liefern, als y' ſich nicht weit von der Null entfernt; mit wachſender Elevation nimmt ihre Genauigkeit immer mehr ab und zwar, je größer die Geſchoßgeſchwindigkeit iſt, um ſo raſcher.

Es liegt nun der Gedanke nahe, ob nicht durch Einführung von gewiſſen Conſtanten an Stelle der vernachläſſigten höheren Potenzen von y' die Möglichkeit gegeben wird, die für rechneriſche Zwecke bequeme geſchloſſene Form beizubehalten und dabei doch ſelbſt bei gekrümmteren Bahnen genaue Rechnungsreſultate zu erzielen. Um den genannten Zweck zu erreichen, wendet der Verfaſſer eine bekannte Methode an, welche oft mit Vortheil zur näherungsweiſen Darſtellung von Funktionen benutzt wird.

Wenn man

$$f(x) = a \cdot \alpha + b \cdot \beta + c \cdot \gamma + d \cdot \delta + \ldots$$

ſetzt, wo $\alpha, \beta, \gamma, \delta \ldots$ gegebene Funktionen von x und $a, b, c, d \ldots$ unbekannte numeriſche Coeffizienten ſind, ſo laſſen ſich die letzteren für jedes beſtimmte Intervall der Variablen x ſtets ſo beſtimmen, daß das arithmetiſche Mittel der Quadrate aller Fehler, welche man durch obige Subſtitution macht, ein Minimum wird. Die Anwendung dieſer Methode auf den vorliegenden Fall iſt höchſt einfach.

Zunächſt erhellt, daß die Integrale

$$x = \frac{v_0^2}{g} \cdot \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{2}{n}} \cdot dy'$$

$$y = \frac{v_0^2}{g} \cdot \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{2}{n}} \cdot y' \cdot dy'$$

$$t = \frac{v_0}{g} \cdot \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{1}{n}} \cdot dy',$$

um deren annäherungsweiſe Darſtellung es ſich handelt, im Allgemeinen in geſchloſſener Form ſich nur dann werden auswerthen laſſen, wenn der Ausdruck

$$\int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

durch eine lineare Funktion von y' erſetzt wird. Unter dieſen Umſtänden läßt ſich der Einfluß der vernachläſſigten höheren Potenzen von y' durch die Einführung zweier Conſtanten K_1 und K_2 zur Geltung bringen, indem man ſetzt:

$$\int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = K_1 + K_2 \cdot y'$$

Schreibt man der Kürze wegen für

$$\int_0^{y'} dy' = A, \quad \int_0^{y'} y'^2 \cdot dy' = B, \quad \int_0^{y'} y' \cdot dy' = C$$

$$\int_0^{y'} dy' \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = E, \int_0^{y'} y' \cdot dy' \cdot \int_0^{y'} 1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = F,$$

ſo müſſen die Conſtanten, damit das arithmetiſche Mittel der Fehlerquadrate ein Minimum wird, den beiden Gleichungen

$$A \,.\, K_1 + C \,.\, K_2 = E$$
$$C \,.\, K_1 + B \,.\, K_2 = F$$

genügen, woraus ſich ergiebt

$$K_1 = -\frac{2}{y'^2} \,.\, \left[3\,F - 2\,y' \,.\, E\right]$$

$$K_2 = \frac{12}{y'^3} \,.\, \left[F - \tfrac{1}{2} \,.\, y'\,E\right]$$

So lange nun y'^2 kleiner als 1 iſt, laſſen ſich die Integrale E und F durch convergente Reihen nach aufſteigenden Potenzen von y' entwickeln, und erhält man dann:

$$K_1 = -\,{}^1/_{15} \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \,.\, y'^3 - {}^4/_{105} \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \,.\, y'^5 - {}^1/_{42} \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \,.$$
$$.\, y'^7 - {}^8/_{495} \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{4} \,.\, y'^9 - \ldots$$

$$K_2 = 1 + {}^3/_{10} \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \,.\, y'^2 + {}^1/_7 \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \,.\, y'^4 + {}^1/_{12} \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \,.$$
$$.\, y'^6 + {}^1/_{20} \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{4} \,.\, y'^8 + \ldots$$

Daß übrigens dieſe Formeln für ungerade Werthe von n auch gelten, wenn y'^2 größer als 1 iſt, bedarf wohl keiner näheren Erörterung.

Wird y'^2 größer als 1, ſo laſſen ſich allgemein gültige Formeln für die Conſtanten nicht wohl aufſtellen, weil dann die Integrale E und F nicht allgemein integrirt werden können; für jedes beſtimmte n können natürlich auch Formeln für die Conſtanten gewonnen werden, die freilich recht komplizirt ausfallen und noch am einfachſten ſind, wenn n eine gerade Zahl iſt, in welchem Falle die Integrale E und F ſich in geſchloſſener Form auswerthen laſſen. Die Aufſtellung ſolcher Formeln unterbleibt, da man einerſeits für jeden Werth von n beſondere abzuleiten hätte und man ſich andrerſeits auf eine andere Weiſe helfen kann und oft auch muß, weil die Rechnungsreſultate, welche man durch Einführung der Conſtanten K_1 und K_2 erhält, bei Elevationen und Fallwinkeln über 45 Grad in

vielen Fällen zu ungenau werden. Weiter unten folgt eine tabellariſche Zuſammenſtellung der Werthe der Conſtanten für die drei gebräuchlichen Widerſtandsgeſetze.

Man hat nun:

$$\int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} dy' = K_1 + K_2 \cdot y',$$

alſo wird:

$$\left(\frac{1}{g} y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_0^n} + \frac{n.b_n}{g}(K_1 + K_2 . y') .$$

Setzt man

$$\frac{1}{v_0^n} + \frac{nb_n}{g} \cdot K_1 = \frac{1}{\mathfrak{v}_0^n}$$

$$b_n . K_2 = \beta_n ,$$

ſo bleiben die Formeln I—III beſtehen, nur muß in denſelben v_0 durch $\mathfrak{v}_0$ und b_n durch β_n erſetzt werden.

Durch weitere Integration der Gleichung:

$$\left(\frac{1}{g} z'\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1^n . \cos\tau_1^n}$$

$$+ \frac{1}{\cos\tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n.b}{g} \cdot \int_0^z \left[1 + (z . \sin 2\tau_1 + z^2 . \cos\tau_1^2)\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz$$

$$= \frac{1}{v_1^n . \cos\tau_1^n} + \frac{1}{\cos\tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n.b_n}{g} \cdot \Bigg[z + \binom{\frac{n-1}{2}}{1}$$

$$\cdot \left(\frac{1}{2} z^2 . \sin 2\tau_1 + \frac{1}{3} z^3 . \cos\tau_1^2\right) + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} z^3 . \sin 2\tau_1^2\right.$$

$$\left.\frac{1}{2} z^4 . \sin 2\tau_1 . \cos\tau_1^2 + \frac{1}{5} z^5 . \cos\tau_1^4\right) + \ldots\ldots \Bigg]$$

gelangt man, wenn man nur das erſte Glied der Reihe berückſichtigt, zu den „erweiterten geſchloſſenen Formeln“:

$$\text{IV. } x-x'_1=\frac{n}{n-2}\cdot\frac{v_1^2\,.\,\cos r_1^2}{g}\,.\,f'_n\,.\left[(1+z_n)^{\frac{n-2}{n}}-1\right]$$

$$\text{V. } y-h'_1=\frac{n}{2n-2}\cdot\frac{v_1^2\,.\,\cos r_1^2}{g}\,.\,f'^2_n\,.\left[(1+z_n)^{\frac{n-2}{n}}-\frac{2\,n-2}{n-2}\,.\right.$$

$$\left.\,.\,(1+z_n)^{\frac{n-2}{n}}+\frac{n}{n-2}\right]+\operatorname{tag} r_1\,(x-x'_1)$$

$$\text{VI. } t-t'_1=\frac{n}{n-1}\cdot\frac{v_1\,.\,\cos r_1}{g}\cdot f'_n\cdot\left[(1+z_n)^{\frac{n-1}{n}}-1\right],$$

worin $f'=\frac{g\,.\,\cos r_1^{n-1}}{n\,.\,b_n\,.\,v_1^n\,.\,\cos r_1^n}$ und $z_n=\frac{1}{f'_n}\,z$ geſetzt iſt und die Elemente x'_1, h'_1, t'_1 dem Elemente $z=o$ entſprechen.

Im quadratiſchen Geſetze lauten die Formeln IV und V:

$$x-x_1'=\frac{v_1^2\,.\,\cos r_1^2}{g}\,.\,f_2'\,.\ln(1+z_2)$$

$$y-h_1'=\frac{v_1^2\,.\,\cos r_1^2}{g}\,.\,f_2'^2\,.\left[z_2-\ln(1+z_2)\right]+\operatorname{tag} r_1\,(x-x_1')$$

Auf ganz dieſelbe Weiſe wie oben kann den erweiterten geſchloſſenen Formeln ein weit höherer Grad von Genauigkeit ertheilt werden, wenn man den Einfluß der vernachläſſigten höheren Potenzen von z durch die Einführung zweier Conſtanten K_1' und K_2' zur Geltung bringt. Für letztere erhält man die Werthe:

$$K_1' = -\binom{\frac{n-1}{2}}{1} . 2a . \left[\frac{1}{24} . z^2 + \frac{1}{30} b . z^3\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{2} . 2a^2 . \left[\frac{1}{30} z^3 + \frac{1}{20} b . z^4 + \frac{2}{105} b^2 . z^5\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{3} . 2a^3 . \left[\frac{1}{40} z^4 + \frac{2}{35} b . z^5 + \frac{5}{112} b^2 . z^6 + \frac{1}{84} b^3 . z^7\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{4} . 2a^4 . \left[\frac{2}{105} z^5 + \frac{5}{84} b . z^6 + \frac{1}{14} b^2 . z^7 + \frac{7}{180} b^3 . z^8 + \frac{4}{495} b^4 . z^9\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{5} . 2a^5 . \left[\frac{5}{336} z^6 + \frac{5}{84} b . z^7 + \frac{7}{72} b^2 . z^8 + \frac{8}{99} b^3 . z^9 + \frac{3}{88} b^4 . z^{10} + . .\right] - \ldots$$

$$K_2' = 1 + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} . a . \left[\frac{1}{2} z + \frac{3}{10} b . z^2\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} . a^2 . \left[\frac{3}{10} z^2 + \frac{2}{5} b . z^3 + \frac{1}{7} . b^2 . z^4\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{3} . a^3 . \left[\frac{1}{5} z^3 + \frac{3}{7} b . z^4 + \frac{9}{28} . b^2 . z^5 + \frac{1}{12} b^3 . z^6\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{4} . a^4 . \left[\frac{1}{7} z^4 + \frac{3}{7} . b . z^5 + \frac{1}{2} b^2 . z^6 + \frac{4}{15} b^3 . z^7 + \frac{1}{20} b^4 . z^8\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{5} . a^5 . \left[\frac{3}{28} z^5 + \frac{5}{12} b . z^6 + \frac{2}{3} b^2 . z^7 + \frac{6}{11} . b^3 . z^8 + \frac{5}{22} . b^4 . z^9 + . .\right] + \ldots$$

Hierin iſt $a = \sin 2\tau_1$ und $b = \frac{1}{2} \operatorname{ctg} . \tau_1$ geſetzt.

Eine weiter unten folgende Tabelle enthält eine Zuſammenſtellung von Werthen der Conſtanten K_1' und K_2' für die drei gebräuchlichen Widerſtandsgeſetze.

Man hat:

$$({}^1/_g\, z')^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1{}^n \,.\, \cos \tau_1{}^n} + \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \,.\, \frac{n \,.\, b_n}{g} \,.\, (K'_1 + K'_2 z);$$

ſetzt man:

$$\frac{1}{v_1{}^n \,.\, \cos \tau_1{}^n} + \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \,.\, \frac{n \,.\, b_n}{g} \,.\, K'_1 = \frac{1}{\mathfrak{v}_1{}^n}$$

und

$$b_n \,.\, K'_2 = \beta'_n$$

ſo behalten die Formeln IV—VI ihre Gültigkeit, nur muß in ihnen $v_1 \,.\, \cos \tau_1$ durch $\mathfrak{v}_1$ und b_n durch β'_n erſetzt werden.

Um Verwechslungen zu vermeiden, will Verfaſſer die den Formeln I—III analogen Formeln, welche die Conſtanten K_1 und K_2 enthalten, „geſchloſſene Annäherungsformeln“ nennen, während die den Formeln IV—VI entſprechenden, welche die Conſtanten K'_1 und K'_2 enthalten, „erweiterte geſchloſſene Annäherungsformeln“ heißen ſollen.

Was den Gebrauch der ſoeben abgeleiteten Annäherungsformeln anbetrifft, ſo glaubt Verfaſſer mit Rückſicht auf die Ausführungen des § 8 ſich kurz faſſen zu können; nur auf folgende Punkte will derſelbe noch hinweiſen:

1) Die Conſtanten K_1 und K'_1 ſind für den aufſteigenden Aſt poſitiv, für den abſteigenden negativ zu nehmen, während K_2 und K'_2 in beiden Fällen poſitiv ſind.

2) Es iſt nicht erforderlich, zur Ermittelung der Conſtanten Abgangs- und Einfallwinkel in voller Genauigkeit in Rechnung zu ſtellen, von denen dies auch allein mit erſterem möglich wäre, während man letzteren nur annähernd kennt — annähernd läßt ſich derſelbe mittelſt der geſchloſſenen Formel II berechnen; es genügt vielmehr, die genannten Winkel auf ganze Grade abgerundet zu berückſichtigen, da ſelbſt ein Fehler von 1° bis 1½°, den man hierbei macht, das Reſultat in keiner bemerkenswerthen Weiſe beeinflußt.

3) Ein wenig umſtändlich iſt die Berechnung des Fallwinkels, wozu die Formeln II bezw. V benutzt werden müſſen; im Allgemeinen kommt man hier am ſchnellſten durch Probiren an das Ziel, weshalb Verfaſſer darauf verzichtet, Methoden zur Löſung der betreffenden Gleichungen anzugeben.

4) Was die Wahl des Winkels τ_1 bei Benutzung der erweiterten geſchloſſenen Annäherungsformeln angeht, ſo muß offenbar die Genauigkeit der Reſultate, welche die genannten Formeln liefern, um ſo größer werden, einen je näher an α bezw. τ' liegenden Werth von τ_1 man in Rechnung ſtellt; andererſeits jedoch darf man τ_1 nicht zu groß wählen, weil ſonſt die Genauigkeit der geſchloſſenen Annäherungsformeln, deren man zur Ermittelung der Elemente x'_1, h'_1, t'_1 ꝛc. bedarf, beeinträchtigt wird, wenn man nicht zwei Zwiſchenrechnungen für jeden Aſt machen, alſo je zweimal die erweiterten geſchloſſenen Annäherungsformeln anwenden will. Zu letzterem Mittel wird man indeſſen wegen der Unbequemlichkeit der Rechnung nur dann greifen, wenn man muß, ein Fall, welcher im Allgemeinen bei Elevationen und Fallwinkeln von mehr als 55 Grad eintritt.

Verfaſſer hat nun bei ſeinen praktiſchen Rechnungen die Erfahrung gemacht, daß es für die Genauigkeit der Reſultate am günſtigſten iſt, bei Elevationen und Fallwinkeln zwiſchen 15 und 40 Grad, ſowie zwiſchen 55 und 65 Grad einen zwiſchen 5 und 10 Grad geringeren und bei Elevationen und Fallwinkeln zwiſchen 40 und 55 Grad einen zwiſchen 10 und 15 Grad geringeren Werth von τ_1 in Rechnung zu ſtellen. Mit Rückſicht hierauf ſind auch die Tabellen, welche die Conſtanten K'_1 und K'_2 enthalten, entworfen.

5) Die Frage, in welchen Fällen die geſchloſſenen Annäherungsformeln für praktiſche Zwecke genügend genaue Reſultate liefern, in welchen dagegen die für die Rechnung viel unbequemeren erweiterten geſchloſſenen Formeln angewendet werden müſſen, läßt ſich a priori nicht beantworten.

Um die Grenzen der Anwendbarkeit der zuerſt genannten Formelgruppe feſtzuſtellen, wurden von dem Verfaſſer innerhalb der drei gebräuchlichen Widerſtandsgeſetze eine Anzahl von Beiſpielen durchgerechnet; die Ergebniſſe dieſer Rechnungen folgen in nachſtehenden Tabellen. Die in Klammern beigefügten Zahlen wurden mittelſt der vollkommenen Formeln gefunden.

Quadratiſches Widerſtandsgeſetz.

Geſchütz und Geſchoß	lg b_2	c (m)	α (°)	τ' (°)	v_0 (m)	v' (m)	x_1 (m)	x_2 (m)	w (m)
21cm Mörſer mit Langgranaten	0,80000 — 5	214	29° 7,5′	32° 50,8′ [32° 51,2′]	166,4	177,5	1757 [1757]	1634 [1634]	3391 [3391]
			40°	44° 55′ [44° 59′]	142,6	176,9	1979,5 [1979,5]	1822 [1821,5]	3801,5 [3801]
Kurze 15cm Kanone mit Langgranaten	0,94000 — 5	253	20°	23° 57′ [23° 57′]	202,9	192,2	1778,5 [1778,5]	1611 [1611]	3389,5 [3389,5]
			25°	30° 26,3′ [30° 26,7′]	190,4	186,7	2056 [2056]	1834,5 [1834,5]	3890,5 [3890,5]
			30°	36° 43′ [36° 46′]	177,8	184	2264 [2264,5]	1996 [1996,5]	4260 [4261]
12cm Bronze-Kanone C 73 mit Langgranaten	0,20000 — 4	325	20°	29° 32,5′ [29° 33,2′]	209,7	177,3	2311 [2311]	1854 [1854]	4165 [4165]
			25°	37° 25′ [37° 27′]	192,1	171,3	2588 [2590]	2025 [2026]	4613 [4616]
			30°	44° 39′ [44° 43′]	176,1	169,5	2775 [2778]	2134 [2135]	4909 [4913]
9cm Bronze-Kanone mit Langgranaten	0,25000 — 4	336	20°	30° 50′ [30° 53′]	206,2	171	2332 [2333]	1824 [1825]	4156 [4158]
			25°	38° 56′ [39° 2′]	188	165,5	2595 [2597]	1978 [1979]	4573 [4576]
			30°	46° 18′ [46° 23′]	171,9	165,3	2769 [2774]	2077 [2073]	4846 [4847]
Schwere 12cm Kanone mit Granaten C/80	0,30000 — 4	450	15°	26° 42,5′ [26° 44,5′]	247,5	182,5	2778 [2779]	2028 [2028]	4806 [4807]
			20°	36° 43,5′ [36° 47,5′]	219,7	170,3	3185 [3189]	2239 [2237]	5424 [5426]
28cm Ringkanone mit Hartgußgranaten	0,01235 — 4	473	11° 20,5′	16° 7,7′ [16° 8′]	335,5	269,1	3122 [3122]	2572 [2571,5]	5694 [5693,5]
			15° 31′ 43″	23° 57,4′ [23° 57,7′]	305,5	242,7	3829 [3829]	3031 [3030,5]	6860 [6859,5]
15cm Ringkanone mit Langgranaten	0,35000 — 4	485	9°	15° 30,7′ [15° 30,5′]	293,4	209,9	2177,5 [2178]	1644,5 [1644]	3822 [3822]
			15° 26′ 15″	29° 42,3′ [29° 44,7′]	240,2	172,1	2922 [2925,5]	2036 [2035,5]	4958 [4961]

Cubiſches Widerſtandsgeſetz.

Geſchütz und Geſchoß	lg b₃	c m	α °	τ′ °	v_0 m	v′ m	x_1 m	x_2 m	w m	h m
…m Mörſer …it Lang= granaten	0,69000 — 7	134	21° 48′ 45″	22° 45′ [22° 46,2′]	119,7	125,3	607 [607]	592 [592]	1199 [1199]	122,9 [122,9]
		214	29° 7,5′	33° 42,1′ [33° 42,5′]	159,8	169	1671 [1670]	1532 [1531]	3203 [3201]	489,5 [489,3]
			40°	45° 24,5′ [45° 25,7′]	137,8	170,2	1880 [1881]	1722 [1723]	3602 [3604]	832,1 [833,8]
			59° 26′ 15″	63° 23′ [63° 21′]	92,3	192	1652 [1651]	1551 [1549]	3203 [3200]	1469 [1469,4]
Kurze …m Kanone …it Lang= granaten	0,59000 — 7	253	20°	23° 38,3′ [23° 38,3′]	203	195,2	1769 [1769]	1616 [1616]	3385 [3385]	338,7 [338,7]
			25°	29° 45,2′ [29° 45′]	191,3	191,3	2046 [2046,5]	1853 [1852,5]	3899 [3899]	505,1 [505,2]
			30°	35° 41,5′ [35° 41,7′]	180	190,2	2267 [2268,5]	2041,5 [2042]	4308,5 [4310,5]	696 [696,5]
…m Bronze= …none C/73 …it Lang= granaten	0,70000 — 7	325	20°	27° 5,3′ [27° 5,7′]	215,4	199,5	2393 [2393,5]	2026 [2026,5]	4419 [4420]	481,3 [481,6]
			25°	33° 55′ [33° 58,4′]	205,2	195,5	2714 [2717]	2275 [2276,5]	4989 [4993,5]	705,4 [707,3]
			30°	40° 13′ [40° 18′]	191,2	195	2949 [2955]	2461 [2463]	5410 [5418]	954 [958,4]
Schweres …eldgeſchütz …it Lang= granaten	0,86000-7	444	7° 37,5′	11° 31,2′ [11° 31,5′]	288,7	230	1633 [1632]	1326,5 [1327]	2959,5 [2959]	124,2 [124,2]
			16° 56′ 15″	27° 47,8′ [27° 47,6′]	229,6	190,1	2647 [2653]	2036 [2035]	4683 [4688]	479,3 [481,5]
Schwere …m Kanone …Granaten C/80	0,80000 — 7	450	20°	32° 15′ [32° 16,4′]	226,1	194,6	3071 [3076]	2358 [2356,5]	5429 [5432,5]	665,3 [666,8]
			25°	39° 35′ [39° 45,3′]	208	192,4 [192,5]	3380 [3404]	2582 [2588]	5962 [5992]	944,7 [956,6]
			30°	45° 53′ [46° 13′]	192,3	193,3 [193,8]	3587 [3626]	2740 [2751]	6327 [6377]	1244 [1267,8]
…m Ring= …none mit …artguß= granaten	0,37183 — 7	473	11° 20,5′	15° 27,8′ [15° 27,7′]	343,6	291,6	3155 [3155]	2692 [2692]	5847 [5847]	347,5 [347,5]
			15° 31′ 43″	21° 54,2′ [21° 55,7′]	318,1	272,9	3915 [3915,7]	3268 [3265,5]	7183 [7181]	607,2 [607,2]
			40°	52° 50,6′ [53° 3′]	218,7	264,1 [264,9]	5900 [5947]	4827 [4837]	10727 [10784]	2837 [2881]
…m Ring= …none mit Lang= granaten	0,79000 — 7	485	6° 13′ 7,5″	9° 16′ [9° 15,9′]	323,5	258	1642,5 [1642]	1345 [1345]	2987,5 [2987]	101,1 [101]
			9°	14° 11′ [14° 11,6′]	294,4	232	2101 [2101,5]	1669,5 [1670,5]	3770,5 [3772]	192,2 [192,3]
			15° 26′ 15″	25° 37,7′ [25° 38′]	251,1	204,1	2890 [2892]	2212 [2211]	5102 [5103]	475,7 [476,5]
			27° 15′	43° 25,2′ [43° 42,8′]	203,8	195,4 [195,7]	3694 [3739]	2789 [2798,5]	6483 [6537,5]	1154,2 [1178]

Biquadratiſches Widerſtandsgeſetz.

Geſchütz und Geſchoß	$\lg b_4$	c m	α °	γ' °	v_0 m	v' m	x_1 m	x_2 m	w m	h m
21cm Mörſer mit Langgranaten	0,10000 — 9	214	29° 7,5′	31° 32′ [31° 33′]	171,7	187,5	1804,5 [1804,5]	1723 [1724]	3527,5 [3528,5]	516,9 [516,8
			40°	42° 43′ [42° 44′]	149,9	189,5	2063 [2066]	1979 [1980]	4042 [4046]	890,2 [892,2
Kurze 15cm Kanone mit Langgranaten	0,18000 — 9	253	20°	23° 3,7′ [23° 3,7′]	206,2	201,9	1792 [1792]	1660,5 [1660,5]	3452,5 [3452,5]	341,3 [341,3
			25°	28° 54,6′ [28° 55,2′]	195,7	199,4	2088,5 [2089]	1926 [1926]	4014,5 [4015]	511,8 [511,9
			30°	34° 32′ [34° 35,7′]	185,1	199,2	2321,5 [2322]	2138,5 [2138,5]	4460 [4460,5]	706 [706,6
12cm Bronze-Kanone C/73 mit Langgranaten	0,25000 — 9	325	15°	19° 16,6′ [19° 16,7′]	239,4	216,5	1969 [1969,5]	1730,5 [1730]	3699,5 [3699,5]	286,7 [286,8
			20°	25° 58′ [25° 59,2′]	224,1	209,6	2395 [2397,5]	2084 [2085,5]	4479 [4483]	478,3 [479,3
			25°	32° 17′ [32° 20,5′]	210,6	207,2	2736 [2741]	2372,5 [2375,5]	5108,5 [5116,5]	703,4 [706,3
Schwere 12cm Kanone mit Granaten C/80	0,27000 — 9	450	10°	14° 34′ [14° 34,2′]	280,2	235,8	2008,5 [2010]	1668 [1669]	3676,5 [3679]	202,1 [202,4
			15°	22° 13,5′ [22° 17,5′]	254,4	220,6	2600 [2606]	2131 [2135]	4731 [4741]	403,5 [406]
			25°	35° 58′ [36° 14′]	219,6	212,7 [213]	3410 [3448,5]	2793 [2816]	6203 [6264,5]	928 [946,6
28cm Ringkanone mit Hartgußgranaten	0,73206 — 10	473	11° 20,5′	14° 47,8′ [14° 48,5′]	350	308,2	3181 [3182]	2781 [2781]	5962 [5963]	347,9 [348,1
			15° 31′ 43″	20° 40,2′ [20° 41,8′]	327,7	293,5	3982 [3983,5]	3430 [3431]	7412 [7414,5]	611,2 [611,
			22°	29° 25,2′ [29° 28,2′]	301,1	283,8	4966 [4975]	4243 [4247,5]	9209 [9222,5]	1119, [1123,
15cm Ringkanone mit Langgranaten	0,19000 — 9	485	9°	13° 10′ [13° 10,5′]	302	252,9	2099 [2100]	1741 [1742]	3840 [3842]	189,5 [190,1
			15° 26′ 15″	23° 1′ [23° 9′]	265,3	230,3	2952 [2964]	2406 [2411]	5358 [5375]	474, [478,
			27° 15′	38° 50,6′ [39° 18′]	223,8	223,6 [224,1]	3922 [3990]	3207 [3243]	7129 [7233]	1181, [121

Die in obigen Tabellen niedergelegten Zahlen berechtigen zu folgenden Aufſtellungen:

a. Die geſchloſſenen Annäherungsformeln liefern im Allgemeinen zu kleine Werthe der Bahnelemente.

b. Die Genauigkeit der genannten Formeln nimmt ab:

α. mit der Elevation,

und bei gleicher Elevation

β. mit den Luftwiderſtands=Conſtanten,

γ. mit der Anfangsgeſchwindigkeit,

δ. mit der Zahl n.

c. Setzt man feſt — um einen Maßſtab zu haben, innerhalb welcher Grenzen die geſchloſſenen Annäherungsformeln für die Praxis brauchbare Reſultate liefern —, daß die mittelſt der genannten Formeln errechnete Schußweite um höchſtens 0,2 % von der theoretiſch genauen abweichen darf, ſo ergiebt ſich als Grenze der Anwendbarkeit der geſchloſſenen Annäherungsformeln für mittlere und kleine Kaliber eine Schußweite von etwa 5000 m; bei ſchwereren Kalibern rückt dieſe Grenze noch weiter hinauf. Ausgenommen hiervon ſind im Allgemeinen diejenigen Fälle, in welchen die Elevationen und Fallwinkel größer als 45 Grad werden.

Es folgen nun einige Rechnungsergebniſſe, wie ſie mittelſt der erweiterten geſchloſſenen Annäherungsformeln erzielt wurden.

Quadratiſches Widerſtandsgeſetz.

itz · ßß	lg b_2	c m	α °	ι' °	v_0 m	v' m	x_1 m	x_2 m	w m	h m
irſer ing= ten	0,80000—4	214	59° 26′ 15″	64° 28′ [64° 29′]	93,6	185,4	1718 [1717]	1636 [1636]	3354 [3353]	1525 [1524,6]
ere none naten)	0,30000—4	450	30°	52° 59′ [53° 1′]	178,7	163	3635 [3636,5]	2428,5 [2428]	6063,5 [6064,5]	1309 [1310,1]
ling= ne ing= ten	0,35000—4	485	27° 15′	51° 42′ [51° 44′]	182,9	154,6	3610 [3612]	2318 [2318,5]	592[illegible] [illegible]	1180,8 [illegible]

Cubiſches Widerſtandsgeſetz.

Geſchütz und Geſchoß.	$\lg b_3$	c	α	τ'	v_0	v'	x_1	x_2	w	h
		m	°	°	m	m	m	m	m	m
Schw. 12cm Kanonen mit Granaten C/80.	0,80000 — 7	450	25°	39° 44,5′ [39° 45,3′]	208	192,5	3403 [3404]	2588 [2588]	5991 [5992]	955,7 [956,6
			30°	46° 14′ [46° 13′]	192,3	193,8	3626 [3626]	2753 [2751]	6379 [6377]	1267,6 [1267,8
28cm Ring-kanone mit Hartgüß-granaten.	0,37183 — 7	473	40°	53° 2′ [53° 3′]	218,7	264,9	5944 [5947]	4839,5 [4837]	10 783,5 [10 784]	2878,6 [2881
15cm Ring-kanone mit Lang-granaten.	0,79000 — 7	485	27° 15′	43° 42′ [43° 42,8′]	203,8	195,7	3737,5 [3739]	2798 [2798,5]	6535,5 [6537,5]	1177,6 [1178

Biquadratiſches Widerſtandsgeſetz.

Geſchütz und Geſchoß	$\lg b_4$	c	α	τ'	v_0	v'	x_1	x_2	w	h
		m	°	°	m	m	m	m	m	m
21cm Mörſer mit Lang-granaten	0,10000 — 9	214	59° 26′ 15″	60° 56′ [60° 54′]	100,8	192,8	1837 [1836]	1795 [1794]	3632 [3630]	1591, [1590
Schwere 12cm Kanone mit Granaten C/80	0,27000 — 9	450	25°	36° 13′ [36° 14′]	219,6	213	3447 [3448,5]	2815,5 [2816]	6262,5 [6264,5]	945, [946,
15cm Ring-kanone mit Lang-granaten	0,19000 — 9	485	27° 15′	39° 16,5′ [39° 18′]	223,8	224,1	3989 [3990]	3242 [3243]	7231 [7233]	1216 [1217

Die in den letzten Tabellen enthaltenen Zahlen wurden — ein Beiſpiel, die Mörſerbahn, ausgenommen — mittelſt je einer Zwiſchenrechnung für jeden Aſt gewonnen, und dürfte man hiermit wohl in allen Fällen auskommen, ſo lange wenigſtens die Elevationen

und Fallwinkel nicht größer als 55 Grad werden. Jedenfalls aber muß man bei ſolchen über 60 Grad im Allgemeinen mehr als eine Zwiſchenrechnung für jeden Aſt der Bahn vornehmen, weil dann die Reihen, welche die Conſtanten K_1' und K_2' darſtellen, nicht mehr convergiren.

Ein Punkt muß noch hervorgehoben werden:

Die den Rechnungen zu Grunde gelegten Werthe der Luftwiderſtands-Conſtanten wurden zum größten Theile ſo beſtimmt, daß bei mittleren Entfernungen die errechnete Schußweite mit der ſchußtafelmäßigen in Uebereinſtimmung kam; ein anderer Theil wurde dem Hauptſchen Werke „Mathematiſche Theorie der Flugbahnen“ ꝛc. entnommen.

Nachſtehende Tabelle ermöglicht den Vergleich der Hauptſchen Rechnungsreſultate mit denen des Verfaſſers; erſtere ſind in Klammern beigefügt (vergl. pag. 57 des angezogenen Werkes).

Geſchütz und Geſchoß	lg b_a	c m	α m	r' m	v' m	w m
21cm Mörſer mit Langgranaten	0,69000 — 7	134	21° 48′ 45″	22° 46,2′ [22° 52,5′]	125,3 [124]	1199 [1228]
		214	29° 7′ 30″	33° 42,5′ [39° 38,75′]	169 [178]	3201 [3478]
			59° 26′ 15″	63° 21′ [64° 7,5′]	192 [192]	3203 [3420]
Schweres Feldgeſchütz mit Langgranaten	0,86000 — 7	444	7° 37′ 30″	11° 31,5′ [11° 37,5′]	230 [229]	2959 [3072]
			16° 56′ 15″	27° 47,6′ [27° 22,5′]	190,1 [187]	4688 [4996]
15cm Ringkanone mit Langgranaten	0,79000 — 7	485	6° 13′ 7,5″	9° 15,9′ [9° 30′]	258 [251]	2987 [2998]
			15° 26′ 15″	25° 38′ [26° 33,75′]	204,1 [192]	5103 [5400]
			27° 15′	43° 42,8′ [43° 45′]	195,7 [195]	6537,5 [7300]

Die große Unſtimmigkeit, welche hier zu Tage tritt, iſt um ſo auffallender, als ſich weiter oben bei den Bahnen der 28^{cm} Ringkanone eine gute Uebereinſtimmung der Reſultate gezeigt hatte. Da Verfaſſer die in der letzten Tabelle aufgeführten Beiſpiele wiederholt und zu verſchiedenen Zeiten nachgerechnet hat, ſo glaubt derſelbe mit einigem Rechte behaupten zu können, daß Rechnenfehler ſeinerſeits nicht vorliegen. Möglicherweiſe iſt die Urſache der Unſtimmigkeit in dem Umſtande zu ſuchen, daß der Hauptſchen Reihenentwickelung nach t, ebenſo wie der meinigen nach y', keine unbedingte Convergenz zukommt. —

Verfaſſer hatte ſich bei Unternahme vorliegender Arbeit, welche mit Abſicht an keiner Stelle das Gebiet der mathematiſchen Theorie verläßt, die Aufgabe geſtellt, balliſtiſche Formeln abzuleiten, welche bequem zu handhaben ſind und dabei doch zutreffende Ergebniſſe liefern; ob er dieſen ſeinen Zweck erreicht hat, unterſtellt er dem Urtheile des Leſers.

Tabellen,

enthaltend die Conſtanten K_1 und K_2, ſowie die Conſtanten K_1' und K_2'.

r °	n = 2		n = 3		n = 4	
	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
5°	0,00002	1,0011	0,00004	1,0023	0,00007	1,0034
6°	0,00004	1,0017	0,00008	1,0033	0,00012	1,0050
7°	0,00006	1,0023	0,00012	1,0045	0,00019	1,0068
8°	0,00009	1,0029	0,00018	1,0059	0,00027	1,0089
9°	0,00013	1,0037	0,00026	1,0073	0,00039	1,0113
10°	0,00018	1,0047	0,00036	1,0093	0,00055	1,0140
11°	0,00024	1,0057	0,00048	1,0113	0,00073	1,0171
12°	0,00032	1,0067	0,00064	1,0137	0,00097	1,0204
13°	0,00041	1,0079	0,00082	1,0160	0,00124	1,0241
14°	0,00051	1,0093	0,00103	1,0187	0,00156	1,0282
15°	0,00063	1,0107	0,00128	1,0215	0,00194	1,0326
16°	0,00078	1,0122	0,00157	1,0247	0,00239	1,0374
17°	0,00094	1,0139	0,00191	1,0280	0,00290	1,0425
18°	0,00113	1,0156	0,00229	1,0317	0,00348	1,0481
19°	0,00134	1,0175	0,00272	1,0356	0,00415	1,0541
20°	0,00158	1,0196	0,00321	1,0397	0,00491	1,0606
21°	0,00185	1,0217	0,00377	1,0442	0,00577	1,0675
22°	0,00215	1,0240	0,00439	1,0489	0,00675	1,0749
23°	0,00248	1,0265	0,00510	1,0541	0,00785	1,0828
24°	0,00286	1,0291	0,00589	1,0595	0,00908	1,0913
25°	0,00328	1,0318	0,00676	1,0653	0,01046	1,1003
26°	0,00375	1,0347	0,00773	1,0715	0,01202	1,1100
27°	0,00426	1,0378	0,008 2	1,0779	0,01371	1,1204
28°	0,00483	1,0411	0,010 2	1,0848	0,01562	1,1314

τ	n = 2		n = 3		n = 4	
°	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
29°	0,00545	1,0446	0,01135	1,0922	0,01775	1,1432
30°	0,00614	1,0482	0,01283	1,1000	0,02013	1,1558
31°	0,00690	1,0521	0,01446	1,1083	0,02277	1,1692
32°	0,00775	1,0562	0,01627	1,1171	0,02571	1,1836
33°	0,00866	1,0605	0,01826	1,1265	0,02897	1,1989
34°	0,00966	1,0650	0,02065	1,1365	0,03259	1,2153
35°	0,01076	1,0699	0,02289	1,1471	0,03662	1,2326
36°	0,01198	1,0750	0,02557	1,1583	0,04108	1,2517
37°	0,01331	1,0804	0,02853	1,1703	0,04605	1,2718
38°	0,01478	1,0861	0,03179	1,1831	0,05159	1,2935
39°	0,01638	1,0922	0,03540	1,1967	0,05774	1,3167
40°	0,01815	1,0986	0,03939	1,2112	0,06458	1,3416
41°	0,02009	1,1054	0,04379	1,2267	0,07222	1,3684
42°	0,02215	1,1125	0,04867	1,2432	0,08074	1,3973
43°	0,02450	1,1200	0,05406	1,2609	0,09025	1,4284
44°	0,02703	1,1278	0,06004	1,2798	0,10089	1,4620
45°	0,02990	1,1361	0,06667	1,3000	0,11280	1,4984

τ	n = 3	
ο	K_1	K_2
46°	0,07403	1,3217
47°	0,08221	1,3450
48°	0,09133	1,3702
49°	0,10149	1,3970
50°	0,11284	1,4271
51°	0,12555	1,4575
52°	0,13950	1,4915
53°	0,15580	1,5283
54°	0,17383	1,5683
55°	0,19419	1,6119
56°	0,21724	1,6594
57°	0,24342	1,7114
58°	0,27324	1,7683
59°	0,30733	1,8310
60°	0,34641	1,9000
61°	0,39144	1,9764
62°	0,44351	2,0612
63°	0,50397	2,1529
64°	0,57460	2,2614
65°	0,65750	2,3797

n = 2

τ_1	10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		50°		55°	
$\tau-\tau_1$	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'
5°	0,00014	1,0090	0,00022	1,0134	0,00031	1,0177	0,00043	1,0225	0,00058	1,0278	.	.	.	.	0,00238	1,0590	0,00377	1,0683
6°	0,00022	1,0112	0,00034	1,0166	0,00047	1,0216	0,00064	1,0276	0,00087	1,0342	.	.	.	.	0,00361	1,0729	0,00577	1,0833
7°	0,00031	1,0134	0,00047	1,0198	0,00065	1,0258	0,00089	1,0329	0,00122	1,0407	.	.	.	.	0,00521	1,0871	0,00831	1,0992
8°	0,00042	1,0158	0,00063	1,0233	0,00088	1,0301	0,00120	1,0383	0,00165	1,0475	.	.	.	.	0,00719	1,1020	0,01167	1,1[illegible]
9°	0,00056	1,0183	0,00083	1,0269	0,00115	1,0346	0,00157	1,0439	0,00218	1,0546	.	.	.	.	0,00962	1,1175	0,01590	1,[illegible]
10°	0,00072	1,0219	0,00107	1,0309	0,00146	1,0393	0,00201	1,0500	0,00279	1,0620	0,00388	1,0760	0,00555	1,0926	0,01256	1,1332	0,02124	1,15
11°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00352	1,0696	0,00491	1,0857	0,00705	1,1046	.	.	.	.
12°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00434	1,0778	0,00612	1,0959	0,00881	1,1172	.	.	.	.
13°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00530	1,0866	0,00752	1,1067	0,01090	1,1304	.	.	.	.
14°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00643	1,0956	0,00915	1,1180	0,01329	1,1445	.	.	.	.
15°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00771	1,1050	0,01103	1,1296	0,01609	1,1594	.	.	.	.

n = 3

τ_1	10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		50°		55°	
$\tau-\tau_1$	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'
5°	0,00029	1,0181	0,00044	1,0266	0,00062	1,0357	0,00086	1,0456	0,00118	1,0562	.	.	.	.	0,00495	1,1233	0,00785	1,1428
6°	0,00048	1,0224	0,00067	1,0327	0,00093	1,0438	0,00129	1,0560	0,00177	1,0696	.	.	.	.	0,00762	1,1537	0,01223	1,1766
7°	0,00062	1,0270	0,00093	1,0392	0,00132	1,0524	0,00182	1,0669	0,00251	1,0833	.	.	.	.	0,01111	1,1864	0,01807	1,2127
8°	0,00084	1,0318	0,00126	1,0460	0,00179	1,0614	0,00248	1,0784	0,00343	1,0977	.	.	.	.	0,01558	1,2219	0,02572	1,2512
9°	0,00111	1,0369	0,00166	1,0530	0,00235	1,0708	0,00326	1,0904	0,00453	1,1128	.	.	.	.	0,02123	1,2603	0,03559	1,2923
10°	0,00143	1,0423	0,00213	1,0606	0,00301	1,0806	0,00419	1,1031	0,00584	1,1288	0,00824	1,1590	0,01192	1,1955	0,02830	1,3022	0,04825	1,3367
11°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00741	1,1452	0,01049	1,1802	0,01528	1,2225	.	.	.	.
12°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00922	1,1630	0,01315	1,2027	0,01930	1,2513	.	.	.	.
13°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01134	1,1822	0,01628	1,2267	0,02409	1,2822	.	.	.	.
14°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01381	1,2021	0,01995	1,2523	0,02976	1,3154	.	.	.	.
15°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01667	1,2232	0,02423	1,2796	0,03647	1,3510	.	.	.	.

n = 4

τ_1	10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		50°		55°	
$\tau-\tau_1$	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'
5°	0,00043	1,0273	0,00066	1,0402	0,00094	1,0511	0,00130	1,0693	0,00180	1,0852	.	.	.	.	0,00778	1,1919	0,01248	1,2243
6°	0,00065	1,0339	0,00100	1,0496	0,00142	1,0666	0,00197	1,0852	0,00273	1,1063	.	.	.	.	0,01211	1,2411	0,01970	1,2809
7°	0,00093	1,0408	0,00142	1,0595	0,00202	1,0799	0,00279	1,1021	0,00389	1,1280	.	.	.	.	0,01788	1,2918	0,02955	1,3419
8°	0,00126	1,0482	0,00192	1,0699	0,00276	1,0939	0,00384	1,1205	0,00535	1,1509	.	.	.	.	0,02538	1,3546	0,04268	1,41
9°	0,00167	1,0561	0,00253	1,0808	0,00363	1,1085	0,00507	1,1395	0,00710	1,1751	.	.	.	.	0,03504	1,4202	0,06005	1,4855
10°	0,00215	1,0644	0,00328	1,0926	0,00467	1,1239	0,00656	1,1596	0,00920	1,2008	0,01313	1,2498	0,01924	1,2933	0,04737	1,4931	0,08282	1,5693
11°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01174	1,2274	0,01685	1,2847	0,02488	1,3338	.	.	.	.
12°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01472	1,2565	0,02128	1,3223	0,03174	1,3765	.	.	.	.
13°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01823	1,2882	0,02656	1,3628	0,04005	1,4233	.	.	.	.
14°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,02235	1,3224	0,03283	1,4066	0,05003	1,4731	.	.	.	.
15°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,02717	1,3570	0,04023	1,4541	0,06202	1,5265	.	.	.	.

XIV.

Zur Geſchichte der Baſtionärbefeſtigung.

Obgleich die erſten nach dem Baſtionärſyſtem befeſtigten Plätze aus der erſten Hälfte des ſechzehnten Jahrhunderts ſtammen und die erſten Schriftſteller, welche über die Baſtionärbefeſtigung geſchrieben haben, dieſer oder einer weit ſpäteren Zeit angehören, ſo wird doch vielfach behauptet, daß Befeſtigungen mit Baſtionen hundert Jahre vordem und noch viel früher aufgeführt worden ſeien. Namentlich wird dabei jenes Bollwerk angeführt, welches 1461 (oder 1464) auf Befehl des Herzogs Ludwig von Savoyen erbaut wurde und deſſen Trümmer auch Papacino d'Antoni*) in ſeiner Jugend geſehen zu haben angiebt. (Einige dieſem Autor nachſchreibende Schriftſteller — die ein bis zwei Menſchenalter ſpäter lebten — erzählen denn auch, daß dieſes Bollwerk noch vor wenigen Jahrzehnten im königlichen Schloßgarten zu Turin exiſtirt habe!) — Auch wenn man der Angabe des im Ganzen ziemlich verläßlichen Italieners vollen Glauben ſchenkt, will das eine Baſtion ſehr wenig bedeuten. Denn die Thatſache, daß Jemand habe ein Baſtion aufführen laſſen, beweiſt noch lange nicht, daß derſelbe an eine baſtionäre Befeſtigung gedacht oder eine ſolche nur gekannt habe. Unſerer Anſicht nach iſt ein Baſtion für ſich allein einfach eine Redoute oder ein fünfeckiger Thurm. Es wird erſt ein Baſtion durch ſeine Stellung und durch ſeine Beziehung zu den anderen Theilen der Befeſtigung.

Die meiſten anderen für die frühere Anwendung der Baſtionärbefeſtigung angeführten Beiſpiele verdienen gar keine Widerlegung.

---

*) Siehe deſſen: Dell' architectura militare Torino 1778.

In deutſcher Ueberſetzung:

Von der Kriegsbaukunſt für die königlichen theoretiſchen Schulen der Artillerie und Fortifikation. Berlin 1794.

ſo z. B. die Angabe, daß die Huſſiten die Erfinder der Baſtione ſeien. Das Unſinnige dieſer Behauptung wurde bereits im 84. Bd. d. A. S. 213 nachgewieſen und es mag hier nur bemerkt werden, daß die Zeit, in welcher die Böhmen womöglich alle großen Männer und alle Erfindungen für ſich acquiriren wollten, nicht gar zu ferne liegt. Wurde doch das Wort Haubitze von husnice hergeleitet und ſollte dieſes Geſchütz ſchon im 15. Jahrhundert in Böhmen exiſtirt und ein Bürger von Beraun in Böhmen im Jahre 1310(!) den Flintenlauf erfunden haben.

Indeſſen bemerken mehrere Schriftſteller, wenn ſie von den aus dem 15. Jahrhundert ſtammenden angeblichen Baſtionen ſprechen, daß dieſelben ſehr klein geweſen ſeien. Dieſer Umſtand führt bei näherer Betrachtung ſehr bald zur Erkenntniß, welche Bewandtniß es mit dieſen Baſtionen in verſchiedenen Fällen gehabt habe.

Eines der auffälligſten Beiſpiele findet ſich in Pola. Dort befanden ſich vor einigen Jahrzehnten (oder befinden ſich vielleicht noch) an dem auf der rückwärtigen Seite (der Landſeite) des Caſtellberges erhaltenen Theile der alten Stadtmauer mehrere Thürme, von welchen einige die veritable Baſtionsform beſitzen. Die Größe iſt die bei Thürmen dieſer Art gewöhnliche und die Höhe eine mäßige, doch nicht genau beſtimmbare, da von den Zinnen nirgends eine Spur iſt. Der obere Theil der Mauer iſt entweder herabgefallen oder in ſpäterer Zeit abgetragen worden. Für letztere Annahme ſpricht der Umſtand, daß zwei Thürme mit Erde ausgefüllt ſind. Man wollte vermuthlich, wie es bei ſo vielen Stadtbefeſtigungen geſchah, die beſtehenden Mauern den immer häufiger zur Verwendung kommenden Feuergeſchützen gegenüber widerſtandsfähiger geſtalten. Dieſe Umgeſtaltung läßt die baſtionsähnliche Form noch auffälliger hervortreten. Die Flanken dieſer Thürme ſtanden, wie es bei Thürmen überhaupt gewöhnlich war, rechtwinklig zur Stadtmauer. Dagegen war die Vordermauer nicht gerade, ſondern aus zwei in einem ſtumpfen Winkel zuſammenſtoßenden Linien gebildet. Alſo zwei Facen!

Betrachtet man jedoch das Innere oder wenigſtens den Grundriß dieſer Thürme, ſo findet ſich für die äußerliche Baſtionsform eine ganz eigenthümliche Erklärung. Das Innere bildet nämlich ein Quadrat oder ein Rechteck und es läuft die Rückſeite der Vorderwand keineswegs parallel zur Außenſeite, ſondern es bildet

dieſelbe eine zu beiden Flanken ſenkrechte Linie. Die gewöhnlich den beiden Flanken an Stärke gleiche Vorderwand des Thurmes iſt hier alſo durch ein vorgelegtes gemauertes Dreieck verſtärkt. Die Mauer ſtammt aus dem 14., wo nicht aus dem 13. Jahrhundert, alſo aus einer Zeit, wo man in dieſen Gegenden von den Feuergeſchützen keine Kenntniß hatte. Dieſe Verſtärkung der Vorderwand der Thürme hatte allem Anſehen nach den Zweck, dieſe wenig oder gar nicht beſtrichene und darum beſonders exponirte Stelle gegen den feindlichen Mauerbrecher zu ſchützen oder wenigſtens widerſtandsfähiger zu machen. Thürme ähnlicher Art ſind oder waren noch in mehreren anderen Städten Iſtriens und Dalmatiens zu finden. Es dürfte demnach dieſe eigenthümliche Verſtärkung der Thürme bei den Venetianern, denen dieſe Länder zu jener Zeit größtentheils gehörten, Sitte geweſen ſein.

Eine andere Art baſtionsähnlicher Thürme, welche beſonders im weſtlichen Theile Norditaliens beliebt geweſen zu ſein ſcheinen, hat dieſe ihre Aehnlichkeit dem Umſtande zu danken, daß man den Thurm mit einer Ecke in die Mauer hineinſtellte. Die Thürme erhielten dadurch einige Aehnlichkeit mit den von Errard von Herzogenbuſch angeordneten Baſtionen, deren Flanken bekanntlich ſenkrecht auf die Facen ſtehen.

Bekanntlich waren die den Stadtmauern an- oder eingebauten Thürme häufig kreisrund oder elliptiſch gebaut. Doch mochte Vielen der Rundbau zu ſchwierig und minder haltbar, vielleicht auch minder zierlich erſcheinen und man machte, um ein Mittel zwiſchen dem Viereck und dem Kreiſe zu haben, die Thürme ſechs- und achteckig, öfter auch fünf- oder ſiebeneckig. Mehrere Beiſpiele dieſer Art finden ſich in Ungarn und den ſüdlich davon gelegenen Ländern. Vielleicht ſtammt die Idee von den Byzantinern ab, mit deren ſonſtigem Bauſtil dieſe Thürme auch ganz harmoniren. Letztere brauchen dann nicht erſt beſonders geſtellt zu ſein, um einer Mauer das flüchtige Anſehen einer baſtionirten Linie zu geben.

Die Baumeiſter des Mittelalters pflegten bei der Anlage der Befeſtigungen ſich nicht ſonderlich an regelmäßige Linien zu halten, ſondern ſie führten den Bau nach dem augenblicklichen Bedürfniß und dem Terrain anpaſſend aus. Manche Ingenieure ſpäterer Zeit hätten in dieſer Beziehung lernen können. Beſonders willkürlich, und nur nach dem Terrain oder vielmehr nach den ein

Fundament bietenden Felsvorſprüngen ſich richtend, verfuhr man bei dem Baue feſter, nach der Sitte der Zeit auf Berggipfeln gelegener Schlöſſer. Der gebirgige Theil Süddeutſchlands, Böhmen und die öſterreichiſchen Alpenländer ſind reich an den wunderlichſten Burgbauten, und bei mehr als einer verfallenen Burg kann man aus den Ueberreſten der Mauern oder den etwa noch ſichtbaren Fundamenten derſelben nicht nur wirkliche Baſtione, ſondern ſelbſt ganze — wenn auch etwas unregelmäßige — baſtionirte Fronten herausfinden, obgleich der lange vor dem Bekanntwerden der Feuerwaffen ſchaffende Baumeiſter auch nicht entfernt an Baſtionärbefeſtigung gedacht hat.

Wer nun in der zufällig oder aus ganz abliegenden Urſachen erfolgten Zuſammenſtellung einiger Mauerlinien, denen man — vielleicht nicht ohne ein gewiſſes Quantum Phantaſie — einige Aehnlichkeit mit Baſtionen beimeſſen kann, wirklich ausgeführte Baſtione und baſtionirte Fronten erblicken will, darf es immerhin thun, und er mag ſelbſt die Entſtehung der Baſtionärtrace daraus ableiten.

In Wirklichkeit aber werden wohl diejenigen Recht behalten, welche San Michele und San Gallo und die übrigen italieniſchen Kriegsbaumeiſter aus dem zweiten Viertel des 16. Jahrhunderts für die Urheber der Baſtionärbefeſtigung und dieſe ſelbſt erſt von dieſer Zeit an zu allgemeiner Anwendung gelangend halten. A. D.

XV.

Das Markiren der Geſchoßaufſchläge als artilleriſtiſches Ausbildungsmittel.

Kaum beſteht wohl ein Zweifel darüber, daß es für die artilleriſtiſche Schießausbildung ſehr förderlich wäre, wenn während des Exerzirens am Geſchütz — namentlich in der der Schießübung direkt vorhergehenden Ausbildungsperiode — das Krepiren der Geſchoſſe derart ſich markiren ließe, daß Ort des Aufſchlages und Korrektur ſich gegenſeitig bedingen würden. Es mag nur hervorgehoben werden, daß dadurch die Korrekturen und andere Einzelheiten der Bedienung, wie Lattenbeobachtung, Führung der Notirtafel ꝛc., vollkommen gleich würden denjenigen während des wirklichen Schießens, insbeſondere aber, daß die bisherigen Uebungen im Beobachten ſich umgeſtalten würden zu Uebungen in der Feuerleitung, Uebungen, zu deren Vornahme den Unterchargen — namentlich denjenigen der Fußartillerie — bei der Schießübung nur ganz ungenügend Gelegenheit gegeben werden kann, während dieſelben Chargen im Ernſtfalle häufig zu ſelbſtſtändiger Feuerleitung berufen ſein werden.

Die bei Beobachtungsübungen bisher gebräuchliche Methode des Legens der Kanonenſchläge geſtattet zwar ein Abbrennen in beliebiger Reihenfolge; die Lage der Treffpunkte beim wirklichen Schießen iſt aber durchaus keine beliebige, ſondern eine ſtreng geſetzmäßige; ſie beſtimmt ſich aus Korrektur und Streuung; nun werden aber dieſe Faktoren nie bei einem Schießen genau ſo wirken wie beim andern; denn es iſt nicht nur die Streuung eine innerhalb gewiſſer Grenzen ſchwankende und demgemäß die Korrektur in ungleichmäßiger Weiſe beeinfluſſende Größe, ſondern auch die Korrektur ſelbſt hat einen variablen inneren Werth; der-

ſelbe iſt bedingt durch die Güte der Beobachtung, durch die Fähigkeit des Feuerleitenden, den Geſetzen der Schießkunſt entſprechend zu folgern und Entſchlüſſe zu faſſen, ſowie durch die Verläſſigkeit der Bedienung; es kann daher durchaus nicht die für einen beſtimmten Fall erſchoſſene, noch weniger aber eine willkürlich beſtimmte und daher unnatürliche Lage der Treffpunkte einer Uebung in der Feuerleitung zu Grunde gelegt werden; Sache des *theoretiſchen Unterrichtes* wird es ſein, zu *lehren*, was unter dieſen oder jenen Vorausſetzungen zu geſchehen hätte; dagegen beſteht die *Ausbildung in der Feuerleitung* darin, zu *üben*, wie aus dem Beobachtungsreſultat des konkreten Falles logiſch gefolgert und wie daraufhin gehandelt wird.

Im Folgenden ſoll nun ein Verfahren dargethan werden, welches ermöglicht, die Geſchoßaufſchläge an dem Orte zu markiren, welcher ihnen gemäß der in der Batterie befohlenen Korrektur und gemäß der Trefffähigkeit des Geſchützes zukommt. Die Berückſichtigung der befohlenen Korrekturen iſt ſehr leicht durchführbar, wenn die entſprechenden Kommandos durch das hierfür vorzüglich geeignete Telephon oder auch andere Fernſprechapparate an das Ziel übermittelt werden und das Legen der Kanonenſchläge in der weiter unten zu beſprechenden Weiſe geſchieht.

Nicht ſo einfach erſcheint auf den erſten Blick die Berückſichtigung der Trefffähigkeit, eines Umſtandes, welchem jedoch namentlich beim näheren Heranrücken der Aufſchläge an den beabſichtigten Treffpunkt, alſo beim Gruppeſchießen, unbedingt Rechnung zu tragen iſt. Es laſſen ſich indeß die Angaben der Trefffähigkeits-Tabellen ſehr leicht in eine Form bringen, welche es ermöglicht, die natürlichen Streuungen in ſachgemäßer und nicht zeitraubender Weiſe in Rechnung zu bringen.

Man theile den Raum der ganzen Streuung ſowohl der Länge wie der Breite nach in ſchmale Streifen und berechne für jeden Streifen die Trefferprozente; es beträgt z. B. bei der ſchweren 12 cm Kanone auf 1500 m die mittlere Längenſtreuung 14 m; daher die ganze Längenſtreuung ca. 56 m; dieſen Raum in Querſtreifen von 1 m Breite zerlegt, erhält man:

für die 7 mittelſten Streifen je . . . . . . 4 % Treffer
= = nächſten 6 Streifen davor und dahinter je 3 % =
= = = 5 = = = = = 2 % =
= = = 5 = = = = = 1 % =

für je 1 folgenden Streifen davor u. dahinter von 2 m Breite 1 % Treffer
= = 1 = = = = = = 3 m = 1 % =
= = 1 = = = = = = 4 m = 1 % =

Man kann nun offenbar, ohne einen weſentlichen Fehler zu machen, annehmen, die innerhalb eines Streifens gelegenen Treffer lägen genau in der Mitte deſſelben; den mittleren Treffpunkt als Nullpunkt angenommen, liegen alſo im gegebenen Falle von 100 Schüſſen

auf ± 0 . . . . 4 Schüſſe
= 1, 2, 3 m . . . . . . davor und dahinter je 4 =
= 4, 5, 6, 7, 8, 9 m . . . = = = = 3 =
= 10, 11, 12, 13, 14 m . . = = = = 2 =
= 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 27 m = = = = 1 Schuß.

Den Raum der ganzen Streuung in Längsſtreifen von 0,1 m Breite zerlegt und die Rechnung für die dem gegebenen Beiſpiel entſprechende mittlere Breitenſtreuung von 0,8 m analog durchgeführt, erhält man als Reſultat:

es liegen von 100 Schüſſen
auf ± 0 . . . . 8 Schüſſe
= (0,1) (0,2) (0,3) m rechts und links je 6 =
= (0,4) (0,5) = = = = = 5 =
= (0,6) = = = = = 4 =
= (0,7) (0,8) = = = = = 3 =
= (0,9) (1,0) = = = = = 2 =
= (1,1) (1,2) (1,4) (1,6) = = = = = 1 Schuß.

Schneidet man ſich nun 100 kleine quadratiſche Täfelchen von etwa 2 cm Seitenlänge aus ſteifem Karton und beſchreibt, in Gemäßheit des bei Umrechnung der Längenſtreuung gewonnenen Reſultates, davon 4 mit ± 0, dann je 4 mit + 1 reſp. — 1 u. ſ. w.; dreht dann die Täfelchen um und beſchreibt, in Gemäßheit des bei Umrechnung der Breitenſtreuung gewonnenen Reſultates, beliebige 8 Täfelchen mit ± 0, dann je 6 mit — 0,1 reſp. + 0,1 u. ſ. w. und legt ſchließlich die Täfelchen ſo, wie es dem Werthe der auf ihnen befindlichen Zahlen entſpricht, ſo erhält man das Bodenbild für die in Frage ſtehende Trefffähigkeit.

Zieht man die befohlene Korrektur als Maß für die Verlegung des mittleren Treffpunktes, die Angaben je eines Täfelchens als Abweichung je eines Schuſſes in Rechnung, ſo beſtimmt ſich

hieraus die Lage der Treffpunkte zu einander genau ebenſo wie beim wirklichen Schießen; um die Lage der Treffpunkte zum Ziel zu beſtimmen, braucht man nur den Ort für den mittleren Treffpunkt des erſten Schuſſes*) zu ſupponiren.

Geſetzt, es ſoll aus der s. 12 cm K. mit Langgranaten auf 1500 m gefeuert werden — Erhöhung 2¹², Seitenverſchiebung ³/₁₆ —, es werde der mittlere Treffpunkt des erſten Schuſſes auf — 50 m und 3 m rechts angenommen und die Angaben eines Täfelchens lauten — 12 und — 0,2, ſo liegt der Ort dieſes Schuſſes auf — 62 m und 2,8 m rechts; giebt man beim nächſten Schuß 3° Erhöhung und ⁴/₁₆ Seitenverſchiebung, ſo wird der mittlere Treffpunkt verlegt auf + 58 und 0,2 links; die Angaben eines zweiten Täfelchens lauten + 7 und + 0,6, es liegt alſo der Ort dieſes Schuſſes auf + 65 und 0,4 rechts. Sehr einfach geſtaltet ſich dieſe rechneriſche Manipulation, wenn man ſich eine Schußliſte (ſiehe am Schluſſe dieſes Artikels) anlegt und in deren Rubriken 4 und 8 die Angaben ſo vieler Täfelchen, als man Schüſſe zu markiren beabſichtigt, bereits vor der Uebung notirt.

Die Täfelchen für die Längenabweichungen zugleich auch mit der Angabe der Seitenabweichung zu verſehen, empfiehlt ſich dann, wenn, wie bei der Feldartillerie, nur eine Geſchützart in Betracht kommt, alſo zu einer beſtimmten Längenſtreuung auch immer dieſelbe Breitenſtreuung gehört.

In dieſem Falle erſcheint es jedoch zweckmäßig, obgleich die Seitenabweichung ſich durch die angehängte Decimale ſchon unterſcheidet, behufs unbedingter Vermeidung von Verwechſelungen die Ziffern der Längenſtreuung in ſchwarzer, diejenigen der Breitenſtreuung in rother Tinte auszuführen.

Die Feſtungs- und Belagerungs-Geſchütze aber zeigen, wenn in Bezug auf Längenſtreuung auch übereinſtimmend, meiſt einen Unterſchied in der Breitenſtreuung und umgekehrt; hier empfiehlt es ſich nun, die Täfelchen der Längenabweichungen getrennt von denjenigen der Seitenabweichungen anzufertigen.

Nun differiren auf Entfernungen von 1000 bis 3000 m zwar die mittleren Längenſtreuungen dieſer Geſchütze zwiſchen 11 und

*) Hier wie folgend iſt ſtatt „mittlerer Treffpunkt der Streuungsgarbe, zu welcher der xte Schuß gehört" der Kürze halber geſagt „mittlerer Treffpunkt des xten Schuſſes".

44 m, die mittleren Breitenſtreuungen zwiſchen 0,7 und 4,0 m; es iſt aber durchaus nicht nöthig, für alle zwiſchenliegenden Streuungen das Bodenbild zu konſtruiren; es wird vielmehr genügen, bei kleineren Streuungen die Längenſtreuungen in Intervallen von 2 m, die Breitenſtreuungen in Intervallen von 0,2 m umzurechnen; bei größeren Streuungen kann man Intervalle von 5 reſp. 0,5 m annehmen;*) im Ganzen iſt alſo die Durchführung der Rechnung für etwa 15 verſchiedene mittlere Längen- und eben ſo viele Breitenſtreuungen nothwendig; dieſe Arbeit kann jeder gewandte Avancirte in zwei Tagen durchführen.

Zur Konſervirung der Täfelchen, ſowie zur Vermeidung von Irrthümern und Verluſten empfiehlt es ſich, für jede umgerechnete Streuung 2 Säckchen anfertigen zu laſſen, welche außen mit dem Maße der betreffenden mittleren Streuung bezeichnet werden; eines derſelben wird nebſt den Täfelchen in das andere geſteckt; beim Gebrauche werden die Täfelchen einzeln gezogen, notirt und in das leere Säckchen geworfen, zuletzt der etwaige Reſt ebenfalls hineingeſchüttet, das leer gewordene Säckchen daraufgelegt.

Um nun die einzelnen Aufſchläge an dem errechneten Orte markiren zu können, werden ſeitwärts und parallel der Schießrichtung vor und hinter dem Ziel in bemeſſenen Abſtänden Faſchinenpfähle paarweiſe eingeſchlagen.

Der Abſtand der Pfahlpaare wird nahe vor und hinter dem Ziele zu 5 m, weiter hinaus zu 25 m angenommen; der Abſtand der beiden Pfähle eines Paares beträgt 0,1 m. In die durch ein ſolches Pfahlpaar gebildete Gabel wird eine in Abſtänden von 0,25 m mit Schleifen verſehene Ankerſchnur ſenkrecht zur Schußrichtung gelegt und auf der der Schußlinie abgekehrten Seite der Pfähle mittelſt eines durch eine Schleife geſteckten Pflockes feſtgehalten; an dem der Schußlinie zugekehrten Ende der Ankerſchnur befindet ſich ein Karabinerhaken, in welchen der Kanonenſchlag eingehakt wird.

Die Entfernung der Pfähle vom Ziel beſtimmt alſo auf

*) Iſt dann die einer Aufgabe zu Grunde zu legende ſchußtafelmäßige Streuung nicht umgerechnet, ſo benutzt man das Bodenbild der nächſt höheren umgerechneten Streuung und erhält folglich ein Reſultat, welches, ebenſo wie dasjenige des praktiſchen Schießens, größere als die ſchußtafelmäßigen Abweichungen aufweiſt.

5 reſp. 25 m genau die Längenabweichung, die Länge der Ankerſchnur auf 0,25 m genau die Seitenabweichung eines Schuſſes.

Die Pfähle ſind an ihrem oberen Ende abgeflacht und dort mit der Bezeichnung ihres Abſtandes vom Ziel verſehen; die Eintheilung der Ankerſchnur geſchieht durch die bereits oben erwähnten in Abſtänden von 0,25 m eingeknüpften Schleifen; außerdem iſt jede überſprungene Meterlänge mit ſchwarzer Oelfarbe angeſtrichen und von 5 zu 5 m ein Täfelchen mit entſprechender Bezeichnung angeknüpft.

Die Geſammtlänge der Ankerſchnur wird auf ca. 25 m zu bemeſſen ſein; die Pfahlreihe wird nämlich ſo weit ſeitwärts gerückt, daß auch beim Verlegen des Treffpunktes und bei der größten möglichen Seitenabweichung kein Schuß ſeitlich über die Pfahlreihe hinausfällt; dadurch wird eine Numerirung der Ankerſchnur nach 2 Seiten unnöthig; ferner wird die Pfahlreihe, wenn irgend angängig, nach dem linken Flügel des Zieles zu gerückt; bei dieſer Anordnung wird der Abſtand der Aufſchläge von der Pfahlreihe durch eine + Seitenkorrektur vergrößert, durch eine — Seitenkorrektur aber verringert, die Seitenkorrekturen können alſo mit dem in der Batterie befohlenen Vorzeichen in Anſatz gebracht werden.

Die Kanonenſchläge ſelbſt ſind die bisher gebräuchlichen von kubiſcher Form; jedoch empfiehlt es ſich, das Zündloch in der Nähe der Mitte einer Kante und nicht auf derſelben Fläche, auf welcher ſich das Füllloch befindet, anzubringen. Vor dem Gebrauche wird um den Kanonenſchlag ein doppelter Feuerwerksknoten von mittelſtarkem Bindfaden derart gelegt, daß die Verſchlingung deſſelben über das Zündloch zu liegen kommt; alsdann wird durch die Verſchlingung hindurch die Schlagröhre in das Zündloch geſteckt, der Feuerwerksknoten über dem Kopfe der Schlagröhre zugezogen und noch ein einfacher Knoten daraufgelegt. Beim Gebrauche wird der Haken der Ankerſchnur in den Bindfaden an der dem Zündloch gegenüber liegenden Kante des Kanonenſchlages, der Haken der Abzugsſchnur in die Reiberöſe eingehakt.

Die Abzugsſchnur iſt ca. 10 m lang und ebenſo wie die Ankerſchnur mit einem Karabinerhaken verſehen, um ein ſelbſtthätiges Aushaken zu verhindern. Zur Ausführung der Berechnung und zur Aufſicht befindet ſich am Ziel ein entſprechend

geübter Avancirter; derſelbe ruft den zum Legen der Kanonenſchläge beſtimmten Mannſchaften die Abweichungen zu, und zwar ſtets die Längenabweichung zuerſt. Am Telephon befindet ſich ein Mann zur Empfangnahme und Weitergabe der Kommandos.

Zum Legen der Kanonenſchläge vor und hinter dem Ziel ſind mehrere Rotten abgetheilt; Nr. 1 jeder Rotte beſorgt das Legen der Ankerſchnur — möglichſt ſenkrecht zu der durch die Pfähle bezeichneten Linie —, Nr. 2 das Herbeibringen und Einhaken des Kanonenſchlages, ſowie das Abfeuern.

Durch dieſe Anordnung wird erreicht, daß, während ein Kanonenſchlag abgefeuert wird, der nächſtfolgende ſchon gelegt werden kann; es laſſen ſich hierdurch bequem Feuergeſchwindigkeiten von einer Minute pro Schuß zur Darſtellung bringen.

Außerdem wird, da, auch während ein Weitſchuß markirt wird, ſich Mannſchaften vor dem Ziel befinden, verhindert, daß der Beobachtende ſich dazu verleiten läßt, ſtatt der Raucherſcheinung den Aufſtellungsort der am Ziel thätigen Mannſchaften ſeinen Beobachtungen zu Grunde zu legen; die Art der Thätigkeit läßt ſich nämlich auch mit dem Fernrohre ſehr ſchwer unterſcheiden.

Die Ziele werden möglichſt auf der Entfernung aufgeſtellt, welche der Schießaufgabe entſpricht.

Ziele des Feldkrieges kommen durch Truppen, Scheiben oder vorliegende Terraingegenſtände zur Darſtellung. Batterie-Bruſtwehren laſſen ſich auf vorliegenden Uebungsplätzen, geräumigen Esplanaden ꝛc. errichten, oder ſie werden durch zuſammenſetzbare, leicht transportable Phantome aus Brettern dargeſtellt.

Das Beſchießen von Feſtungswerken wird an vorhandenen Werken geübt.

Feindliches Feuer kann ebenſo wie bei der Schießübung markirt werden.

Die eigene Geſchützaufſtellung wird, wenn irgend angängig, kriegsmäßig beſetzt; eine Ausnahme wird nur nöthig ſein bei Beginn dieſer Uebungen, oder wenn das Beſchießen von Feſtungswerken geübt werden ſoll und eine Aufſtellung von Geſchützen in benachbarten Werken oder im Vorterrain nicht angängig iſt.

Zweckmäßig erſcheint es jedoch, auch in dieſen Fällen die Chargen kriegsmäßig einzutheilen und die Führung der Notir-

tafel, das Stellen des Quadranten und den Gebrauch der Latte üben zu laſſen.

Die Oberaufſicht bei dieſen Uebungen liegt in den Händen eines **Leitenden**; derſelbe beſtimmt, ſelbſtverſtändlich ohne Vorwiſſen des Batteriekommandeurs, den Ort des erſten Aufſchlages, ob und welche balliſtiſche Eigenthümlichkeiten einzelner Geſchütze zum Ausdruck kommen ſollen, und übermittelt von ihm bei perſönlicher Reviſion konſtatirte Richtfehler an das Ziel; der Telegraph ſteht ihm zur Verfügung und kann er hierdurch ſich über den Verlauf der Uebung orientiren.

Es werden alle Kommandos des Batteriekommandeurs über Feuerordnung und Richtung, ſowie die Kommandos der Zugkommandeure ꝛc. für das Abfeuern der Geſchütze an das Ziel telegraphirt; die Richtung wird zur Vermeidung von Irrthümern an die Batterie zurücktelegraphirt.

Nun noch einige Bemerkungen über die Verwendbarkeit reſp. Modifizirung des Verfahrens in beſonderen Fällen.

Die oben beſprochene Umwandlung der Trefffähigkeits-Tabellen in Bodenbilder ermöglicht es, die Schießaufgaben **im Unterrichte** nicht nur bis zur Aufſtellung des Schießplanes zu erörtern, ſondern dieſelben bis zum vollendeten Einſchießen durchzuführen.

Ebenſo kann man mittelſt der Bodenbilder beim Geſchützexerziren Schießaufgaben durchführen, ohne daß ein Markiren der Geſchoßaufſchläge ſtattfindet; an Stelle des Beobachtungsreſultates tritt dann von Schuß zu Schuß eine Mittheilung über die Lage des Aufſchlages, ſoweit letztere ſonſt durch Beobachtung ermittelt werden kann.

Da beim Beſchießen von Zielen des **Feldkrieges** ſeitliche Beobachtung in der Regel ausgeſchloſſen iſt, ſo iſt es auch nicht nöthig, die Längenabweichungen in ihrer wirklichen Größe darzuſtellen und vereinfacht ſich hierdurch das Markiren der Aufſchläge ungemein; man braucht dann ſowohl vor, wie hinter dem Ziele nur je ein Paar oder, wenn man zwiſchen kürzeren und weiteren Abweichungen unterſcheiden will, je 2 Paar Pfähle einzuſchlagen.

Auch das Schießen gegen ſich **bewegende Ziele** läßt ſich leicht einüben.

Wird nämlich ſeitens des Leitenden im Verlaufe der Uebung

eine Verlegung des mittleren Treffpunktes um ein beſtimmtes Maß befohlen, ſo wird ein Beobachtungsreſultat entſtehen, welches auch entſtanden wäre, wenn das Ziel ſich in dem der ſtattgehabten Verlegung entgegengeſetzten Sinne bewegt hätte.

Bei Darſtellung des Schießverfahrens gegen Geſchütze in Batterien laſſen ſich ebenfalls weſentliche Vereinfachungen für das Legen der Kanonenſchläge treffen.

Da nämlich die Beobachtung nur unterſcheiden kann zwiſchen

— Terrain, — B, — K oder Kr, ± C und +,

ſo braucht man auch nur dieſe 5 Typen beim Markiren zu unterſcheiden; findet ſeitliche Beobachtung ſtatt, ſo ſind die Terrainſchüſſe auf 25 m genau zu markiren.

Soll, um bei obigem Beiſpiel zu bleiben, aus s. 12 cm Kanonen mit Langgranaten C/80 auf 1500 m gegen Geſchütze hinter einer Batteriebruſtwehr mit horizontaler Krone, einer Bruſtwehrhöhe von 1,4 m, einer Kronenſtärke von 7 m und einer Anlage der vorderen Böſchung von 2 m gefeuert werden, ſo erſcheinen, da der Fallwinkel 3[12] beträgt, alle Schüſſe, welche im Horizont + 21 liegen, als Kretentreffer, die Schüſſe + 22 und darüber als Weitſchüſſe im Terrain, die Schüſſe + 14 bis einſchließlich + 20 als Kronentreffer, die Schüſſe — 9 bis einſchließlich + 13 als Böſchungstreffer, die Schüſſe — 10 und darunter als Kurzſchüſſe im Terrain; dieſe Rechnung wird vor Beginn der Uebung ausgeführt und das Reſultat oberhalb der von dem Avancirten am Ziel zu führenden Schußliſte eingetragen; auch kann zur Markirung eines jeden Typus von Aufſchlägen je eine Rotte beſtimmt werden, derart, daß z. B. eine Rotte an der vorderen Böſchung aufgeſtellt wird und dort alle Schüſſe, welche der Avancirte — 9 bis einſchließlich + 13 angiebt, markirt.

Wenn Ziele beſchoſſen werden ſollen, welche mehrere hintereinander liegende Böſchungen aufweiſen (Feſtungswerke), ſo dienen zur Beſtimmung des Aufſchlagortes aus dem Bodenbilde die zur graphiſchen Darſtellung der Endflugbahnen benutzten Hülfsmittel; jedoch ſind die Zielunterlagen auf Pappdeckel zu ziehen und auch die Fallwinkel, ſtatt auf eine Folie zu zeichnen, aus Karton zu ſchneiden, oder kleine Holzrahmen mit einem entſprechend geſpannten Fadenkreuz zu benutzen.

Schwierigkeiten wird dieſes Verfahren um ſo weniger bieten,

je mehr die graphiſche Darſtellung der Endflugbahnen als Unterrichtsmittel bereits Anwendung gefunden hat.

Auch hier laſſen ſich die Aufſchläge in beſtimmte Typen, z. B. Glacis-, Escarpen-, Kronen-, Kreten-, Wallgang-, Traverſentreffer, trennen und wird es meiſt nur bei Glacis- und Escarpentreffern wegen der großen ſichtbaren Flächen nöthig ſein, Längen- reſp. Höhenunterſchiede zu markiren.

Bei Durchführung aller dieſer Aufgaben wird ſich für Beſprechung und Beurtheilung des Schießverfahrens genau dieſelbe Grundlage gewinnen laſſen, wie beim wirklichen Schießen; außerdem ergiebt ſich ein beſtimmter Anhalt für die Beurtheilung der Leiſtungsfähigkeit des Beobachtungsperſonals und es bietet ſich Gelegenheit, die Aufnahme am Ziel und die Anfertigung der Schießliſten praktiſch zu üben.

Ferner bietet das beſprochene Verfahren die Möglichkeit, bei Feſtungsmanövern ꝛc. die Artilleriewirkung mit großer Treue darzuſtellen und damit die beim Feſtungskriegsſpiel ſo häufig auftretenden Fragen, ob und mit welchem Erfolg an einem beſtimmten Aufſtellungsort Geſchütze werden wirken können, ſowie mit welchem Munitions- und Zeitaufwand beſtimmte Schießaufgaben durchführbar ſind, der praktiſchen Löſung näher zu bringen, als bisher; ſo weit natürlich nur, als dieſe Fragen ſich auf die eigenen Feſtungen und deren Vorterrain beziehen.

Zu dieſem Zwecke ſind beim Angreifer wie beim Vertheidiger die Armirung und Beſetzung der Geſchützaufſtellungen in der früher beſprochenen Weiſe durchzuführen reſp. zu markiren; desgleichen das Feuer der Geſchütze und die Geſchoßaufſchläge.

Hierbei iſt jedoch die Vorſicht zu gebrauchen, wenn die die feindlichen Geſchoßaufſchläge markirenden Mannſchaften in der Nähe der Batterie thätig ſind, das Geſchützfeuer auch in den wirklich armirten Batterien nicht durch Manöverkartuſchen, ſondern durch Kanonenſchläge zu markiren; auf beiden Seiten fungirende Schiedsrichter werden aus der Lage der feindlichen Geſchoßaufſchläge ſichere Schlüſſe für ihre Entſcheidungen ziehen können.

Selbſtverſtändlich wird der Darſtellung verwickelterer Verhältniſſe diejenige einfacherer vorausgehen müſſen; dieſe einfacheren Uebungen haben jedoch nicht nur einen vorbereitenden, ſondern auch einen Selbſtzweck, den nämlich, daß die Truppe die Schwierigkeiten der Beobachtung und Bedienung im feindlichen Feuer

kennen und überwinden lernt. Es laſſen ſich auf dieſem Wege überhaupt wichtige Aufſchlüſſe über die zum großen Theil noch offene Frage der Schießtaktik der Fußartillerie gewinnen.

Schließlich ſoll noch die Durchführung der bereits mehrfach erwähnten Schießaufgabe als Beiſpiel angefügt werden.

Eine mit 4 Geſchützen armirte feindliche Batterie ſoll aus 4 ſchweren 12cm Kanonen mit Langgranaten C/80 beſchoſſen und die planmäßige Demontirung verſucht werden; Entfernung 1500 m; das Feuer der eigenen wie der feindlichen Geſchütze wird nicht markirt.

Der Leitende befiehlt vor Beginn der Uebung dem an das Ziel kommandirten Avancirten Folgendes:

der mittlere Treffpunkt des erſten Schuſſes liegt — 60 m, 2 m rechts,

das 2. Geſchütz hat eine konſtante (individuelle) Längenabweichung von + 10 m,

das 3. Geſchütz hat eine konſtante Seitenabweichung nach rechts von 0,6 m,

das 4. Geſchütz hat eine konſtante Längenabweichung von — 10 m.

Die Geſchützaufſtellung befindet ſich im Exerzirbaſtion, iſt kriegsmäßig armirt und beſetzt.

Der Batteriekommandeur giebt dem an das Ziel kommandirten Avancirten gemäß Schießplan an, daß das Einſchießen gegen die innere Bruſtwehrkrete und gegen das 2. feindliche Geſchütz ſtattfindet.

Die Beobachtung der Seitenrichtung geſchieht mittelſt Latteninſtrument.

Die telegraphiſche Verbindung mit dem Ziel iſt durch Telephon hergeſtellt.

Das Ziel iſt auf einer Entfernung von 1500 m im Vorterrain durch ein Phantom dargeſtellt.

Hierzu ſind erforderlich an Materialien und Schanzzeug:

44 Bretter à 6 m lang, 0,3 m breit, 0,02 m ſtark; hiervon ſind 40 Stück, zur Herſtellung der vorderen Böſchung beſtimmt, auf 2 m von jedem Ende mit aus Latten gebildeten Knaggen verſehen behufs Aufkämmens auf die Rahmen; zur Verhinderung des Herabrutſchens ſind Faſchinenpfähle vorgeſchlagen.

8 Bretter à 4,5 m lang, 0,3 m breit, 0,02 m ſtark; dieſelben, ſowie der Reſt der 4 m langen Bretter dienen zur Herſtellung des oberen Theiles der Bruſt; ſie ſind an den Enden, der hinteren Weite einer Muldenſcharte entſprechend, ausgeſchnitten und werden mittelſt je 6 Drahtſtiften am oberen Ende von Faſchinenbankpfählen befeſtigt.

10 Rahmen aus Brettern zur Unterſtützung der vorderen Bruſtwehrböſchung.

40 Faſchinenpfähle zum Befeſtigen der Rahmen.

12 Faſchinenbankpfähle und

80 Drahtſtifte zur Herſtellung des oberen Theiles der Bruſt.

4 Batterieſchlägel.

1 Hammer.

1 Zange.

Das Aufſchlagen des Zieles geſchieht durch die zum Abbrennen der Kanonenſchläge kommandirten Leute.

Auf dem linken Flügel des Zieles ſind in der Mitte der vorderen Böſchung, der Mitte der Krone und an der inneren Krete Gabeln für die Ankerſchnüre gebildet; vor dem Ziel eine Gabel auf — 10 m, um Terraintreffer dicht vor der Bruſtwehr markiren zu können; ferner je eine Gabel 25, 50, 75 und 100 m vor und hinter dem Ziel.

Die Abſtände der Gabeln im Terrain betragen immer eine ungerade Anzahl von Metern; es kann alſo beim Abrunden der Längenabweichungen kein Zweifel entſtehen, nach welcher Seite abgerundet werden ſoll.

Zum Markiren der Geſchoßaufſchläge ſind erforderlich:

4 Faſchinenbankpfähle, 2 Lattenſtücke, 0,3 m lang, 20 Drahtſtifte, 2 Drahtanker, 2,0 m lang, 2 Faſchinenpfähle,	zur Heſtellung der Gabeln in der Mitte der Krone und an der inneren Krete,

20 Faſchinenpfähle zur Herſtellung der übrigen Gabeln,

4 Ankerſchnüre, 25 m lang,

4 Ankerpflöcke, 0,3 m lang,

4 Abziehſchnüre, 10 m lang,

80 Kanonenſchläge mit angebundenen Schlagröhren;

ſchließlich je nach Witterung

1 tragbares Schutzdach, wie auf dem Schießſtande für den Gewehrunteroffizier gebräuchlich;

ferner ſind erforderlich an Mannſchaften 4 Rotten und zwar:

1 Rotte für Markirung
der Aufſchläge 10, 25, 50, 75 und 100 m vor dem Ziel,

1 Rotte für Markirung
der Aufſchläge
an der vorderen Böſchung (— 9 incl. + 13),

1 Rotte für Markirung
der Aufſchläge auf der
Krone und in der Krete (+ 14 incl. + 20 und + 21),

1 Rotte für Markirung
der Aufſchläge 25, 50, 75, 100 m hinter dem Ziel.

Der Avancirte am Ziel hat vor Beginn der Uebung in ſeine Schußliſte (ſiehe am Schluſſe dieſes Artikels) ſchon eingetragen:

1) die ſchußtafelmäßigen Angaben über Verlegung des Treffpunktes;
2) die Grenzen, innerhalb welcher Schüſſe des Bodenbildes im Ziel erſcheinen;
3) die Angaben von ſo viel Täfelchen über die Längen- und die Breitenſtreuung des Geſchützes als Schüſſe markirt werden ſollen;
4) die Angaben über individuelle Abweichungen einzelner Geſchütze.

Die Telegramme zwiſchen Batterie und Ziel ſind folgende:

B. nach Z. 2 Grad 12!
Z. „ B. 2 Grad 12!
Fertig!
B. „ Z. Vom rechten Flügel langſames Feuer!
1. Geſchütz — Feuer!
3 Grad!
Z. „ B. 3 Grad!
Fertig!
B. „ Z. 2. Geſchütz — Feuer!
2 Grad 14!
Z. „ B. 2 Grad 14!
Fertig!

B. nach Z. 3. Geſchütz — Feuer!
3. Geſchütz 2 Grad 15!
Z. „ B. 3. Geſchütz 2 Grad 15!
Fertig!
B „ Z. 4. Geſchütz — Feuer!
4. Geſchütz 2 Grad 15!

u. ſ. w.

Der Avancirte am Ziel giebt das Avertiſſement: „Fertig!" ſobald der betreffende Kanonenſchlag gelegt iſt; demnächſt läßt er den Kanonenſchlag abbrennen, ſobald von der Batterie das Kommando: „Feuer!" erfolgt; tritt ein Verſager ein, ſo wird der Schuß als Blindgänger behandelt.

Ein Blick auf die Schußliſte zeigt, wie die natürliche Streuung und die individuellen balliſtiſchen Eigenthümlichkeiten der Geſchütze, die Folgen der falſchen reſp. mangelhaften Beobachtungen (Schuß Nr. 6, 11, 15 reſp. 46, 50, 54), die Folgen inkorrekten Verfahrens, ſowie zum Theil auch der Einfluß von Unregelmäßigkeiten in der Bedienung (Schuß Nr. 24, 28, 32, 36, 40) zur berechtigten Geltung kommen, daß alſo das in Rede ſtehende Verfahren thatſächlich die Möglichkeit bietet, ein dem Verlaufe des wirklichen Schießens in den weſentlichſten Zügen getreues Bild zu ſchaffen.

Bemerkungen zur Schußliſte.

Bei Schuß Nr. 24 war $2^{15\frac{1}{2}}$ kommandirt, jedoch wurde fehlerhafterweiſe $2^{14\frac{1}{2}}$ genommen und dieſer Richtfehler erſt nach Schuß Nr. 40 korrigirt. Nach dem 56. Schuſſe hat ein Verlegen des Treffpunktes ſtattgefunden und zwar des Feuers vom 1. Zug auf das feindliche 3., vom 2. Zug auf das feindliche 1. Geſchütz.

In den Rubriken 4 und 8 ſind zwiſchen den Zeilen Zahlen eingeſchrieben, welche in Wirklichkeit in der Schußliſte nicht Aufnahme finden, hier jedoch für das beſſere Verſtändniß nöthig ſind; die linksſtehende Ziffer giebt das Beobachtungsreſultat, die rechtsſtehende den Ort an, wo der Aufſchlag markirt wurde. Die falſchen Beobachtungen ſind unterſtrichen.

Die Schußliſte wird am beſten auf Karton gezogen; die Abſtände der einzelnen Zeilen ſind ſo weit zu bemeſſen, daß Durchſtreichungen und Ueberſchreibungen bequem ausgeführt werden können.

üſſe
"
"
ſtan
"
Längenabweichung
(−) −
(+) +
(+) +

BIBLIOTHEK DES HYDROGRAPHISCHEN AMTES S.M. KRIEGSMARINE

Kleine Mittheilungen.

12.

Zur Erfindung des Pulvers und der älteſten Geſchützfabrikation in Deutſchland.

Die Wiſſenſchaftsbenennung „Chemie", wofür man früher „Alchemie" oder „Alchymie" ſagte, wird aus dem Arabiſchen abgeleitet. Dieſer Sprache gehört ohne Zweifel die erſte Silbe, der Artikel al; dagegen dürfte das Hauptwort von den Arabern, als ſie Egypten erobert hatten, deſſen Sprache entnommen ſein. Im Dialekte von Memphis — dem gegenüber die Eroberer die Stadt Foſtat, das heutige Kairo, gründeten — war „Chemi" der üblichſte Name des Landes, und die Erklärung (die der als Egyptologe wie als Romanſchriftſteller berühmte Ebers giebt) hat viel Anſprechendes, daß die arabiſche Bezeichnung „Alchemie" einfach „die egyptiſche Kunſt" bedeute. Uebrigens heißt „chemi" im Koptiſchen „ſchwarz", und ſo erklärt ſich ferner, warum man die Chemie „die ſchwarze Kunſt", die Chemiker „Schwarzkünſtler" genannt hat.

Der Franziskanermönch Berthold Schwarz, der bekanntlich lange Zeit für den Erfinder des Schießpulvers gegolten hat, ſoll eigentlich Konſtantin Ancklitzen geheißen, aber den Kloſternamen Berthold erhalten haben. Das „Schwarz" hat ſich dann vielleicht als ein Spitzname hinzugefunden, weil er ein Schwarzkünſtler geweſen iſt. Die alten Chroniſten laſſen ihn in Freiburg im Breisgau geboren ſein; darüber, wo er ſeine Erfindung gemacht habe, lauten die Nachrichten verſchieden; es werden Mainz, Nürnberg, Köln, Goslar genannt. Es iſt möglich, daß die Perſönlichkeit „Berthold Schwarz" gänzlich erfunden iſt, wahrſcheinlicher aber, daß irgend ein deutſcher Mönch in der That

die Kriegsbrauchbarkeit eines gewiſſen Miſchſtoffes erkannt oder geſteigert hat, der an ſich ſchon längere Zeit bekannt geweſen war.

Man geſteht jetzt ziemlich allgemein der uralten chineſiſchen Kultur auch das Verdienſt der Pulvererfindung zu, die ſich dann langſam durch Aſien bis zu den Arabern verbreitet habe und mit dieſen nach Europa gelangt ſei.

Scheinbar eine zweite, der chineſiſchen widerſprechende Ableitung des Schießpulvers iſt die aus dem griechiſchen Feuer. Dieſes läßt ſich mit Sicherheit literariſch bis etwa zum Jahre 670 unſerer Zeitrechnung verfolgen. Kallinikus aus Heliopolis ſoll es damals erfunden oder doch in Griechenland bekannt gemacht haben. Heliopolis (oder Baalbek; beide Namen bedeuten „Stadt des Sonnengottes“) liegt am Fuße des Antilibanon, im alten Cöleſyrien. Das „griechiſche Feuer“ erhielt ſein Beiwort wahrſcheinlich nur deshalb, weil es von Griechenland aus bekannt geworden iſt; es iſt dorthin aller Wahrſcheinlichkeit nach aus Syrien übertragen, und die weitere Zurückführung auf China hat nichts Gezwungenes und Unglaubliches.

Als Beſtandtheile des griechiſchen Feuers laſſen ſich den gegebenen Beſchreibungen nach vermuthen: Salpeter, Schwefel und Brennſtoffe, z. B. Pech und Harz und brennbare Oele als Knetflüſſigkeit. Nach dem Anzünden ſoll ſich zunächſt dicker Rauch entwickelt haben und dann nach einer lauten Detonation die Flamme hervorgebrochen ſein, die ſo intenſiv geweſen, daß ſie auch unter Waſſer fortbrannte.

Dieſe Schilderung iſt unverkennbar die eines kräftigen Brandſatzes; daß darin auch die Elemente des Exploſiv- oder Sprengſtoffes enthalten waren, hat man nicht ſofort gemerkt. Ob es in China geſchehen, weiß man nicht; in Europa hat es noch 600 bis 700 Jahre gedauert. Das griechiſche Feuer ſollte nichts Anderes, als in Brand ſetzen. Daß es auch eine merkliche Gasexpanſion zur Folge gehabt hat, kann man daraus ſchließen, daß es einen Knall gab. Die exploſive Nebenwirkung mag aber nicht auffällig genug geweſen ſein, oder man hat ſie nicht beachtet.

Irgend Einer, mag er nun Berthold Schwarz oder ſonſt wie geheißen haben, wird (zufällig oder abſichtlich) auf die Sprengwirkung des griechiſchen Feuers und auf ein von dem bisher üblichen abweichendes Miſchungsverhältniß verfallen ſein, auf den Rollentauſch zwiſchen Brennkraft und Sprengkraft. Wenn

es richtig iſt, daß Salpeter und Schwefel dem griechiſchen Feuer bereits angehörten, ſo blieb ja nur noch übrig, die bisherigen Brennſtoffe durch die Kohle zu erſetzen und auf ein paſſendes Miſchungsverhältniß zu kommen.

In der Erkenntniß und Verwerthung der Spreng- und Triebkraft liegt etwas ſo entſchieden Epochemachendes, daß es vollkommen gerechtfertigt iſt, von Erfindung des Schießpulvers zu ſprechen und dieſelbe nicht mit der Erfindung des griechiſchen Feuers zu identificiren. Die Erfindung des Schießpulvers in der eben erläuterten Bedeutung ſcheint wenig über die Mitte des 14. Jahrhunderts zurückzureichen.

Als die Erfindung noch dem Berthold Schwarz zugeſchrieben wurde, nannte man das Jahr 1330.

An den allbekannten und jetzt bezweifelten Berthold Schwarz knüpfen wir einen wenig bekannten andern Namen.

Clemens Jäger, ein gelehrter Mann, ſchrieb um die Mitte des 16. Jahrhunderts eine Chronik von Augsburg. Darin führt er an: ein Jude Typſiles habe im Jahre 1353 in Augsburg das Pulver erfunden.

Der Name Typſiles klingt griechiſch; es wäre alſo an einen Juden aus dem byzantiniſchen Reiche zu denken. Einem ſolchen iſt genaue Bekanntſchaft mit dem griechiſchen Feuer zuzutrauen, und es hat nichts innerlich Unwahrſcheinliches, daß auch in Augsburg das Schießpulver erfunden worden iſt.

Wir ſchreiben abſichtlich „auch in Augsburg“ und wollen damit zu verſtehen geben, daß wir nahezu gleichzeitige von einander unabhängige Erfindungen für nicht unwahrſcheinlich halten.

Die Priorität der Erfindung macht dem Juden Typſiles nicht nur der hiſtoriſch unſichere Berthold Schwarz ſtreitig, ſondern auch eine Angabe in der ſpaniſchen Chronik Villaſans. Hiernach ſcheinen die Mauren ſchon 1342 bei der Vertheidigung von Algeſiras Pulvergeſchütze gehabt zu haben. Der Chroniſt nennt den neuen Apparat: ballesta a trueno, d. h. ein Werkzeug, welches ein donnerähnliches Geräuſch hervorbringt. Die lateiniſch ſchreibenden ſpäteren Chroniſten fanden natürlich im Wortſchatze der römiſchen Schriftſteller keinen Ausdruck für die damals noch nicht erfundene Kriegswaffe. Aus den Wörtern bombus (griechiſch βόμβος) und bombitare, die zunächſt auf das Summen der Bienen und Wespen, dann aber auch auf das Geräuſch beim

Zuſammenſchlagen der Hände ſich beziehen, formten ſie — wie es ſcheint unter Hinzunahme von „bardi“, dem galliſchen Namen für „Sänger“ — das mönchslateiniſche „bombardum“.

In beiden Fällen erkennt man, daß an der neuen Erfindung der Lärm am meiſten aufgefallen iſt, mit dem die neuen Werkzeuge arbeiteten; der Spanier drückt es pathetiſch aus, indem er an den Donner anknüpft; die in ihren ſicheren Zellen das neue Schreckniß behandelnden Mönche verglichen daſſelbe humoriſtiſch mit Summen und Singen. Beides finden wir ins Deutſche übertragen: die Pulvergeſchütze heißen Donnerbüchſen; ſie heißen aber auch Singerin, Nachtigall und dergleichen.

Nach Zuritas Annalen von Aragonien iſt 1359 die neue „hölliſche Erfindung“ (invencion infernal) ſchon ziemlich gebräuchlich.

Um dieſelbe Zeit erſcheinen Pulvergeſchütze auch in Flandern. 1342 wurde Hennebon durch Karl v. Blois beſchoſſen. Man verwendete damals nur Steinkugeln. Dieſe zerbarſten an den trefflichen Ringmauern des Platzes, und die Bürger — um den Angreifer zu verhöhnen — wiſchten mit Tüchern an den getroffenen Stellen den Staub der zerborſtenen Kugeln von der unbeſchädigten Mauer. Noch hundert Jahre danach berichtet ein Chroniſt von einer anderen Belagerung, daß die Steinkugeln wie Schneebälle an den Mauern zerſtoben ſeien. 1372 hatte Augsburg „Büchſen“ aus Holz mit eiſernen Reifen. 1377 iſt bereits in den dortigen Stadtrechnungen von großen gegoſſenen, alſo metallenen Büchſen die Rede.

Die „Büchſenmeiſter“ leiteten nicht nur die Geſchützbedienung durch ihnen zugetheilte Knechte; ſie waren auch Geſchützgießer und Pulverfabrikanten.

Manche unter ihnen goſſen nicht nur Geſchütze, ſondern auch (wie Ott im Jahre 1416) Glocken oder wie Georg Löffler (um 1530) Statuen. Von einem dritten, Roggenburger, heißt es in deſſen Aufnahmebriefe 1436, „er könne gegoſſne werfende Werk, groß und klein, und auf einen ſolchen Sinn fertigen, daß dergleichen in deutſchen Landen nie geſehen wurde, denn ſie ſtehen ſtill nach dem Wurf, daß ſie ſich nicht rühren oder verrücken, ohne daß man ſie zu binden oder zu faſſen nöthig hätte.“ Dieſe Schilderung läßt an ein Geſchütz, vielleicht einen Mörſer, ohne Rücklauf denken. Es heißt noch, dieſe Werke hätten 5 bis 6 Ctr.

geworfen. Rottenburger muß überdies Architekt und Waſſerbau-Ingenieur geweſen ſein. Er erhielt von der Stadt einen ſeiner Vielſeitigkeit entſprechenden Jahrgehalt von 110 Gulden.

13.

Das elektriſche Licht als unübertreffliche Beleuchtung bei pneumatiſchen Gründungen.

Die pneumatiſche Gründung iſt eine Combination des Senkbrunnens mit der Taucherglocke. Der gewöhnliche Senkbrunnen iſt ein Cylinder, Prisma, Kegel- oder Pyramidenſtutz, deſſen Wände aus Holz, Eiſen oder Mauerwerk gebildet werden und deſſen Inneres vorläufig hohl bleibt (um ſpäter nach Vollendung des Senkens zum Vollpfeiler ausgefüllt zu werden). Indem der natürliche Boden auf der Sohle aus freier Hand oder durch Baggerapparate entfernt wird, verliert der ſchwere Körper ſeine Unterſtützung und ſinkt. Oben wird er dann ſo lange verlängert, bis er unten im gewünſchten feſten Baugrunde ſteckt. Da das gleichmäßige, lothrechte Niedergehen die Hauptbedingung des Gelingens iſt, zieht man die Handarbeit der Maſchinenarbeit vor, weil bei jener die leitende Intelligenz der Arbeiter Schwierigkeiten und Gefahren (das Auftreffen auf Steine und Hölzer, die im Diluvialboden häufig vorkommen) am leichteſten verhütet oder im Entſtehen beſeitigt.

Die Senkfundirungen ſind unter den günſtigſten Umſtänden mühſam und koſtſpielig; man wählt ſie alſo nie ohne Noth. Der Nothſtand, der gewöhnlich die Wahl auf ſie lenkt, iſt der Waſſerzudrang. Dieſer macht aber zugleich den Aufenthalt von Arbeitern auf der Sohle um ſo mehr bedenklich, in je größere Tiefe man gelangt, je größer demnach der hydroſtatiſche Druck wird. Bei vielen derartigen Arbeiten iſt es möglich, durch Pumpen mehr Waſſer zu entfernen, als der Druck des den in den Wänden undurchläſſigen Brunnen umgebenden Waſſers durch die Sohle emportreibt. Man erzielt dann eine, wenn auch nicht ganz trockene, ſo doch nur etwa knietief unter Waſſer ſtehende, Sohle und das behufs Senkens erforderliche Untergraben des Brunnenkranzes aus freier Hand iſt möglich.

Wenn die bezeichnete Waſſerbewältigung nicht ausführbar iſt, bleibt noch die Unterwaſſerarbeit in Taucheranzügen (Skaphandern) möglich. Die Taucher verlangen aber — mit Recht — einen hohen Lohn; außerdem können ſie in ihrer unbehilflichen Kleidung nicht dauernd kräftig arbeiten und endlich iſt meiſtens in dieſem Falle das Waſſer ſo trübe, daß die Taucher nicht ſehen, was ſie machen. Die vorſtehend bezeichneten Schwierigkeiten beider Methoden, des Waſſerſchöpfens wie der Taucherarbeit, wachſen mit der Tiefe in ſo ſchnell geſteigerter Progreſſion, daß die Grenze des praktiſch Möglichen bald erreicht iſt. Aufgaben, die darüber hinausgehen, mußte man daher früher ungelöſt laſſen. Dies iſt ein Hauptgrund, warum früher große Ströme keine Brücken mit feſten Mittelſtützen erhalten konnten, der Verkehr ſich mit Schiffbrücken begnügen mußte. Das konnten nun aber die Eiſenbahnen nicht. Das Bedürfniß feſter Stromüberbrückung für Eiſenbahnen hat zu der eben ſo kühnen wie geiſtreichen Erfindung der pneumatiſchen Gründung geführt. Man ſetzte den zu ſenkenden Brückenpfeiler nicht wie bisher auf einen ſcharfen Ring, ſondern auf eine Taucherglocke. Dieſe erſetzte für die auf der Sohle den Boden Fortnehmenden gleichſam den Taucheranzug des Einzelnen. In dieſe Glocke (Luftkammer, Arbeitsraum, caisson) wird von außen (dem oberhalb befindlichen Gerüſt) ſoviel Luft eingepumpt, als erforderlich iſt, um das Eindringen des Waſſers zu verhindern; der pneumatiſche Druck von innen muß ſtärker ſein als der hydroſtatiſche von außen. Der Druck der Atmoſphäre entſpricht im Mittel einer Waſſerſäule von 10,308 m. Will man alſo rund 10 m unter der Oberfläche eines Fluſſes den Arbeitsraum trocken haben, ſo muß die Luft in demſelben unter 2 Atmoſphären Druck ſtehen; mit 3 Atmoſphären Druck würde man noch 20 m unter dem Spiegel des umgebenden Waſſers den Arbeitsraum waſſerfrei halten.

Es iſt eine ſtarke Zumuthung für die Conſtitution des Menſchen das Athmen unter dem Zwei- bis Dreifachen des gewohnten Luftdrucks; daß ſich aber überall Leute finden, die es vertragen, bewies ja die altbekannte Taucherglocke.

Da bei der pneumatiſchen Senkfundirung die Glocke zugleich die Grundlage des Pfeilers bildet, alſo das bis zur Vollendung des Senkens immer größer werdende Gewicht des Baukörpers zu

tragen hat, ſo bedarf der glockenförmig geſtaltete Arbeitsraum ſehr ſolider Conſtruction, ungefähr derſelben, wie ein eiſernes Schiff.

Bei der ganzen Natur dieſes eigenartigen Bauwerkes iſt Erhellung von außen unmöglich. Dabei macht die Natur der Arbeit des Bodenfortnehmens behufs gleichmäßigen Sinkens gute Beleuchtung jedes beliebigen Punktes erforderlich.

Bisher hat man ſich der Stearinkerzen bedient; aber auch dieſes verhältnißmäßig beſte Beleuchtungsmaterial ſteigert durch den Verbrennungsprozeß die durch den Athmungsprozeß der Arbeiter erzeugten Schwierigkeiten. Selbſtverſtändlich würde daſſelbe Luftquantum durch Brennen und Athmen in ſehr kurzer Zeit für die Arbeiter bis zur Lebensgefährlichkeit verdorben, d. h. an Sauerſtoff zu arm, an Stickſtoff, Kohlenſäure und Kohlenoxydgas zu reich geworden ſein. Es muß alſo auch der Arbeitsraum oder die Glocke der pneumatiſchen Gründung ventilirt werden. Dieſer Vorgang iſt bei dem nothwendigen Verdichtungszuſtande ſchwieriger zu leiten als in Räumen, die einfach mit der Atmoſphäre in Verbindung ſtehen.

Deshalb iſt es augenſcheinlich ein Vortheil, ſtatt Sauerſtoff verzehrender und Verbrennungsprodukte abgebender Stearinkerzen ſich des elektriſchen Glühlichtes zu bedienen.

Dieſe Beleuchtungsweiſe wird augenblicklich bei dem Bau einer Uferſchälmauer in Antwerpen angewendet.

Bei Brückenpfeilern von nicht ſehr bedeutender Länge hat man oft eine einzige in ſich zuſammenhängende Glocke verwendet, die durch Zwiſchenwände verſpreizt und in mehrere (3 bis 5) Luftkammern getheilt war; in anderen Fällen hat man jede Luftkammer ſelbſtſtändig hergeſtellt und demgemäß zunächſt einzelne, von einander unabhängige Pfeiler abgeſenkt, die nachmals, wenn das Senken vollendet iſt, dicht über oder unter dem tiefſten Waſſerſtande durch Platten oder Bogen untereinander in Zuſammenhang gebracht wurden. Bei längeren Schälmauern läßt ſich nur die zweitgenannte Methode des pfeilerweiſe Abſenkens anwenden.

Bei der Antwerpener Uferſchälung ſind jederzeit drei ſolcher Pfeiler in der Ausführung begriffen und während derſelben durchaus unabhängig von einander; nur hält man darauf, daß das Senken auf den drei Poſten möglichſt Schritt miteinander hält.

Die einzelnen Glocken haben die bedeutenden Dimenſionen von 20 m Länge und 9 m Breite; die lichte Höhe des Arbeitsraumes läßt man nicht unter 1,9 m (Mannshöhe) ſinken; der untere Rand ſteckt gewöhnlich 0,6 m und mehr im Boden. In jeder Glocke arbeiten 20 Mann, und die Luftverdichtung wächſt bis zu 3 Atmoſphären. Man brannte anfänglich Kerzen, empfand aber von dem Rauche derſelben große Beſchwerden. Das elektriſche Licht brachte man anfänglich in der Form des Kohlenſpitzen- oder Bogenlichtes an. Dabei ſtellte ſich heraus, daß die ſtarken Schatten, welche die Arbeiter ſelbſt warfen, die Arbeit erſchwerten. Jetzt werden in jeder Glocke 8 bis 10 Swanſche Glühlichtlampen gebraucht, die innerhalb des Arbeitsraumes an jede beliebige Stelle getragen werden können. Durch ein Gitter von Bronzedraht iſt jede Lampe gegen Beſchädigung durch die Spaten und Hacken der Arbeiter geſchützt.

Für die drei gleichzeitig in Arbeit ſtehenden Glocken wird der Strom durch zwei Secundärbatterien von je 20 Faureſchen Accumulatoren gebildet. Deren Ladung erfolgt täglich auf dem Lande durch eine Dynamomaſchine.

Die Arbeit geht in Schichten Tag und Nacht fort; die Außenpoſten werden bei Nacht gleichfalls elektriſch erleuchtet.

Literatur.

18.

La Télégraphie optique. Par Rodolphe van Wetter, sous-lieutenant d'Artillerie de l'armée belge. Anvers, 1883.

Je größer die Heere, je ausgedehnter die Räume werden, auf denen ſich zahlreiche, große und kleine Abtheilungen bewegen, die zu einer beſtimmten Kriegshandlung zuſammenwirken ſollen, deſto mehr macht ſich das Bedürfniß geltend, ſchnell und ſicher Nachrichten in die Ferne ſenden zu können, das Bedürfniß des Telegraphirens.

In der erſten Freude über die gelungene Verwerthung des elektriſchen Stromes glaubte man in der elektriſchen Feldtelegraphie das non plus ultra gefunden zu haben, und alle Bemühungen vereinigten ſich auf die Vervollkommnung der diesbezüglichen Einrichtungen. Die Erfahrung zeigte bald, daß die ſchwache Seite dieſes in allen anderen Stücken unübertrefflichen Verſtändigungsmittels, die materielle Verbindung durch den Leitungsdraht, die Kriegsbrauchbarkeit in den zahlreichen Fällen ausſchließt, wo ſich dauernd oder vorübergehend der Feind zwiſchen die Sprechenden einſchalten kann. Man kam daher nothgedrungen auf die uralte Benutzung von Ohr und Auge als diejenigen Sinnesorgane des Menſchen zurück, die ſeinem Wahrnehmungsvermögen einen größeren Wirkungsbereich erſchließen.

Die hörbaren Verſtändigungsmittel haben ihren großen Werth: der Ruf, die Pfeife, das Signalhorn und die Trompete, das Geſchütz und Kleingewehr werden ja bekanntlich ausgiebig benutzt. Ungleich weiter als die Schallwellen tragen die Lichtwellen, daher iſt die optiſche Telegraphie der akuſtiſchen Fernverſtändigung bedeutend überlegen. In den optiſchen Linſen und

deren Combination zu Fernröhren liegt ein weſentliches Verſtärkungsmittel ſowohl für die Abgabe wie für die Aufnahme der verſtändigenden Zeichen.

Dieſe Zeichen können nur in Lichtreizen für das empfangende Auge beſtehen; je ſtärker der Reiz, deſto größer die Tragweite. Den ſtärkſten gewährt die Sonne. Die „Heliographie" beruht auf dem in ſeiner Grundlage ſehr einfachen phyſikaliſchen Vorgange, daß der Zeichengebende mit einem Spiegel einen Sonnenreflex nach dem Standpunkte des Empfangenden leitet.

Das Verdienſt der Erfindung gebührt dem Göttinger Profeſſor, Mathematiker und Aſtronomen Karl Friedr. Gauß. Als dieſer im Auftrage der hannoverſchen Regierung (vor beiläufig 50 Jahren) die däniſche Gradmeſſung fortſetzte, erſann er das von ihm „Heliotrop" genannte Inſtrument, durch welches er, behufs ſeiner Triangulirungsarbeiten, entfernte Stationen, z. B. den Inſelberg des Thüringer Waldes mit dem Brocken (gegen 15 geographiſche Meilen, 111 km), in Verbindung brachte.

Der Heliotrop iſt ſeitdem vielfach als trigonometriſches Signal benutzt worden. Es lag nahe, den Apparat auch zum Telegraphiren zu verwenden, indem man aus kurzen Lichtblitzen und anhaltendem Scheinen ein Alphabet nach dem Prinzip des Morſeſchen zuſammenſetzte.

Eine praktiſche Schwierigkeit folgt aus der ſtetigen Aenderung des Sonnenſtandes, welcher der Spiegel folgen muß. Man erreicht dies durch ein Uhrwerk, kommt aber dadurch auf complicirte und verletzbare Inſtrumente, die ſich für häufigen Ortswechſel, Transport auf ſchlechten Wegen u. ſ. w., alſo für den Feldgebrauch, wenig eignen. Man hat daher ſtatt der ſtetigen automatiſchen periodiſche (alle 2, 5, 10 Minuten) Stellung aus freier Hand vorgezogen.

Handliche und brauchbare Heliographen ſind von Leſeurre und von Mance konſtruirt und namentlich die des letztgenannten Konſtrukteurs ſchon mehrfach in ernſten Kriegsgebrauch genommen worden.

Auf die Sonne iſt leider wenig Verlaß, namentlich in unſerm Himmelsſtrich.

In Afghaniſtan und Südafrika ſind die Engländer, in Turkeſtan die Ruſſen mit den Leiſtungen des Heliographen ſehr zufrieden geweſen.

Unter den günſtigſten klimatiſchen Verhältniſſen bleibt aber immer der Uebelſtand, daß Sonne und Mond (auch dieſen haben die Ruſſen benutzt) nicht immer am Himmel ſtehen.

Daß man in unſeren Tagen an die Benutzung des elektriſchen Lichtes gedacht hat, iſt ſelbſtverſtändlich. Indeſſen ſind einſtweilen die fahrbaren Lichtmaſchinen doch noch immer zu ſchwerfällig und zu theuer, als daß man ſie für den Feldgebrauch in ſo großer Zahl beſchaffen und überall dahin mit ſich führen könnte, wo man das Bedürfniß der Fernverſtändigung empfindet.

Die Petroleumlampe, die ja vielfach für Seelichter das Rüböl verdrängt hat und dem elektriſchen Lichte noch nicht weichen will, hat ſich auch in der optiſchen Feldtelegraphie Geltung verſchafft.

Der franzöſiſche Genie-Oberſt Mangin, berühmt geworden durch ſeinen ſogenannten aplanatiſchen Spiegel, der bei verhältnißmäßig leichter und daher billiger Herſtellung die ſehr koſtſpieligen, in Metall undauerhaften, in Glas unherſtellbaren paraboliſchen Spiegel erſetzt — hat einen ſoliden optiſchen Feſtungs- und einen leichten und leicht transportabeln optiſchen Feldtelegraphen konſtruirt, der für alle Fälle eingerichtet iſt: wenn es Tageszeit und Atmoſphäre geſtatten, bedient man ſich der Sonne, wenn nicht, einer Petroleumlampe mit Reflektor und Linſe.

Eine beſondere Lichtquelle hat Mercadier in der Zuführung von Sauerſtoff zu einer gewöhnlichen Lampenflamme erſonnen. Der Sauerſtoff wird in kupfernen Behältern mitgeführt, die bei 8 kg Gewicht 200 l unter 20 Atmoſphären Druck enthalten. Jede Sauerſtoffzufuhr läßt die für gewöhnlich kleine Flamme intenſiv aufleuchten; ein Hahn regelt Zulaſſung und Abſperrung des Sauerſtoffs; man kann alſo bequem kürzere und längere Lichteffekte kombiniren.

Wir haben vorſtehend einen Theil des Inhaltes der angezeigten Schrift angedeutet. Obwohl von einigen Zeichnungen begleitet, behandelt ſie ihren Gegenſtand doch nicht ſo eingehend, daß man die beſchriebenen Apparate danach ſelbſt konſtruiren könnte, aber ſie dient ſehr gut zur Orientirung im Gebiete der optiſchen Telegraphie und iſt daher zu empfehlen.

Der Verfaſſer beſchäftigt ſich auch mit dem Telegraphiren mittelſt Flaggen, Scheiben, Armtelegraphen („sémaphores“, d. h. Zeichenträger), Laternen u. ſ. w.

Wir wollen noch des weniger bekannten Fernſchreibers (télélogue) des Kapitän Gaumet gedenken. Das Hauptſtück des Apparates iſt ein Buch von angemeſſenem Format, welches, bei horizontaler Lage des Rückens aufgeklappt, je einen Buchſtaben oder eine Ziffer zeigt, deren eine Hälfte auf der Rückſeite des einen, die andere auf der Vorderſeite des andern Blattes enthalten iſt. Die Blätter beſtehen aus matt-ſchwarzem Stoffe, die Zeichen ſind ſilberfarbig. Das Buch iſt ſo ausgeſtattet, daß es leicht und ſchnell nach Art einer Staffelei aufgeſtellt werden kann. Am Rande rechts (für den dahinter Stehenden oder Sitzenden) hat jedes Blatt einen vortretenden Lappen, auf dem das betreffende Zeichen wiederholt iſt, ſo daß der Zeichengeber die Zeichen ſelbſt nicht zu ſehen braucht und ſie leicht wechſeln kann. Der Empfänger bedient ſich eines eigens für dieſen Zweck konſtruirten Fernrohres.

Das kleinſte „telegraphiſche Album", 0,45 m lang, 0,33 m breit (alſo bei aufgeklapptem Buche die Zeichen 0,65 m hoch) dient für Entfernungen bis 4 km; das Format 0,70/0,50 m bis 8 km; erſteres wiegt 2 kg, das zweite 8 kg.

Für den Nachtdienſt iſt eine Petroleumlampe vorgeſehen, die vorwärts und etwas ſeitwärts aufgeſtellt, mittelſt Reflektors das Buch erhellt.

Es iſt ein größtes Format verſucht worden, deſſen Zeichen bei Tage auf 12 bei Nacht auf 16 km zu erkennen geweſen ſind.

19.

Die Bein- und Hufleiden der Pferde, ihre Entſtehung, Verhütung und arzneiloſe Heilung nebſt einem Anhange über arzneiloſe Heilung von Druckſchäden und Wunden. Von Spohr, Oberſtlieutenant z. D. Berlin, Wilhelmi 1883. Preis Mark 2,—.

Der Verfaſſer iſt grundſätzlicher Gegner der Anwendung aller Arzneien, in denen er nur dem natürlichen Stoffwechſel des Organismus urſprünglich fremde und feindliche Stoffe ſieht. Die faſt 30 Jahre alte von J. A. Rauße empfohlene Waſſerkur iſt im Prinzip von ihm angenommen und in praktiſcher Erprobung allmälig zu einer vollkommenen, alle Fälle umfaſſenden Pferde-Heilmethode ausgebildet worden.

Mit Waſſer von 16 Grad Réaumur getränkte und — je nach dem zu behandelnden Krankheitsfalle — mehr oder weniger ausgerungene Leinwandbinden oder Decken, über welche dann wollene Schutzdecken oder Binden zu liegen kommen, bilden den Haupt=Heilapparat. Es wird dadurch ein „Dünſtungsprozeß“ hervorgerufen, der den natürlichen Stoffwechſel fördert, „auf welchem alle wirkliche Heilung beruht.“

Die Bedeckung oder Umwickelung muß erneuert werden, ſobald dieſelbe nahezu oder ganz trocken geworden iſt. In vielen Fällen iſt vor Anbringung eines neuen Umſchlages eine Abfriſchung der Haut durch Waſchung mit Waſſer von 14 bis 15 Grad Réaumur, Trockenreiben, Frottiren und Maſſiren angezeigt. Zu dieſer Behandlungsweiſe treten in vielen Fällen Reinwaſſer=Klyſtiere. Beſondere Aufmerkſamkeit wird endlich der Diät gewidmet.

Der Verfaſſer behandelt in dem vorliegenden Buche, wie aus dem Titel zu erſehen, nur äußere Leiden.

Die überwiegende Mehrzahl der Menſchen glaubt einſtweilen noch an die übliche Medicin und ihre Specifica, d. h. an die Geeignetheit gewiſſer natürlicher oder chemiſch präparirter Stoffe, gewiſſe Krankheitserſcheinungen zu beſeitigen. Daß viele von dieſen Stoffen in gewiſſen Quantitäten als Gifte wirken, iſt bekannt; es iſt daher für den praktiſchen Arzt neben der Diagnoſe, d. h. der Beſtimmung der Krankheit, die Doſirung, d. h. die Beſtimmung der Quantität, in welcher das Heilmittel dem erkrankten Organismus zugeführt werden ſoll, eine der Hauptkünſte; in der Schwierigkeit der richtigen Doſirung liegt der Hauptgrund, der es für den Laien unräthlich macht, ſich mit ſogenannten populären Haus= und Selbſtarztſchriften einzulaſſen und ſelbſt kuriren zu wollen.

Die Waſſerheilmethoden wirthſchaften nun zwar mit ſehr wenigen und ſcheinbar einfachen Mitteln, aber ohne die Kunſt des Doſirens können ſie gleichwohl nicht beſtehen, denn auch hier muß die rechte Mitte innegehalten, müſſen die Extreme: Ueberhitzung und Erkältung vermieden werden.

Demgemäß giebt unſer Autor die Modalitäten ſeiner Methode für jedes einzelne der mannigfaltigen Huf= und Beinleiden der Pferde, und man erſieht daraus, daß recht viel Umſicht, Geduld und Gewiſſenhaftigkeit erforderlich iſt, um das denkbar einfachſte Univerſalmittel, das Waſſer, in allen Fällen paſſend zu appliciren.

Der Verfaſſer der in Rede ſtehenden Schrift hofft, das dieſelbe beachtet, daß ſeine Rathſchläge angewendet und daß ſie Nutzen ſtiften werden. Für dieſen Fall hat er ins Auge gefaßt, in einem zweiten Theile die Anwendung ſeiner Methode auf innere Krankheiten abzuhandeln.

Unſere Medizin verſchreibenden ſtudirten Aerzte ſind auf die Naturheilkünſtler aller Art und auch auf die Waſſerdoktoren nicht gut zu ſprechen. Wer zu keiner dieſer Parteien gehört, wird ſich füglich auch des Mitredens enthalten. Darum begnügen wir uns auch, an dieſer Stelle auf die jedenfalls intereſſante Schrift des Oberſtlieutenant Spohr aufmerkſam zu machen, und ſie Denjenigen zu empfehlen, zu deren Beruf die Pflege des Pferdes gehört.

20.

Beiſpiele für die Anwendung der flüchtigen Befeſtigung vom Standpunkte der Truppe. Von Major Ritter v. Brunner. Wien, 1883. Verlag von Streffleurs Zeitſchrift. Preis Mark 2,80.

Die genannte Broſchüre iſt ein Separatabdruck aus der vom Verfaſſer redigirten bekannten „Streffleurs öſterreichiſche militäriſche Zeitſchrift“. Sie enthält Aufgaben, die der Verfaſſer als Lehrer in den Stabsoffizierskurſen des Heeres und der Landwehr und in der techniſchen Militärakademie ſeinen Hörern geſtellt und von denſelben hat bearbeiten laſſen.

Der Verfaſſer gehört zu den literariſch thätigſten unter den zeitgenöſſiſchen Ingenieuroffizieren und ſteht daheim und auswärts in gutem Ruf.

Seine Grundſätze ſind die beſten zeitgemäßen; er will dem Truppenoffizier, vom höchſten bis zum niedrigſten, nachweiſen, daß der Feldkrieg heut mehr wie je der Fortifikation bedarf, und dem Ingenieuroffizier, daß er im Felde nichts zu leiſten vermag, wenn er nicht zugleich Taktiker iſt.

Die erſte Hälfte dieſes Programms verlangt noch viel Arbeit; es iſt noch viel Unbekanntſchaft und daraus entſtehende Abneigung zu überwinden; die zweite Hälfte iſt unerläßlich, damit jene Arbeit gelingt. Einem Ingenieuroffizier, der ohne ſchnellen Blick für

Gelände und Gefechtslage ſeine nüchternen Schablonen auskramt, wird es ſchwer gelingen, Gehör und Zuſtimmung zu finden, wenn er aber kurz und überzeugend nachweiſen kann, wie ſich vorausſichtlich ein Gefecht ohne und wie es ſich mit fortifikatoriſcher Beihilfe geſtalten werde, dann wird er gehört werden.

Der Verfaſſer nimmt folgende Aufgaben durch:

Befeſtigung eines Gehöftes;

Befeſtigung eines Dorfes;

Befeſtigung eines Waldes;

Anlage einer flüchtigen Infanterieſchanze;

Befeſtigung einer Aufſtellung in der Ebene;

Verwendung der techniſchen Truppen beim Angriffe;

Befeſtigung einer Offenſivſtellung am Debouché;

Befeſtigung eines größeren Terrainabſchnittes in der Ebene;

Befeſtignng einer Truppenaufſtellung im gebirgigen offenen Terrain ohne vertheidigungsfähige Kulturobjekte.

In allen Fällen wird zunächſt die Aufgabe in taktiſcher Beziehung klargeſtellt und daraus gefolgert, was in techniſcher Beziehung erwünſcht und ausführbar iſt. Unter dieſem allgemeinen Geſichtspunkte werden im Einzelnen erwogen:

Welche Bedeutung hat die Einzelaufgabe für die Geſammtlage?

Aus welcher Gegend des Vorfeldes iſt der Angriff zu gewärtigen?

Welches iſt die zu erwartende Hauptſchußrichtung der feindlichen Artillerie?

Wie ſteht es mit dem eigenen Schußfelde?

Wie ſteht es mit der natürlichen oder überhaupt der bereits vorhandenen Deckung?

Wie ſteht es in Bezug auf Annäherungshinderniſſe?

Iſt eine zähe Vertheidigung des Poſtens nothwendig und zu ermöglichen?

Sind die für zweckmäßig zu erachtenden techniſchen Arbeiten in der gegebenen Zeit und mit den verwendbaren Kräften möglich?

Woher und in welcher Art kann Unterſtützung kommen? u. ſ. w.

Wir begnügen uns mit dieſen Andeutungen und fügen nur noch hinzu, daß die Aufgaben von zahlreichen und ſehr ſauber ausgeführten Zeichnungen erläutert werden. Das gewählte Gelände aus der reichbewegten und mannigfaltig bedeckten Umgegend von Wien geſtattete die Stellung ſehr intereſſanter Aufgaben.

Man braucht nicht durchaus und überall dem Verfaſſer beizupflichten (was er ſelbſt gewiß auch nicht in Anſpruch nimmt), aber von einem erfahrenen und routinirten Lehrer und Schriftſteller wird Jeder Belehrung und Anregung gewinnen.

Die Arbeit ſei daher der Beachtung und fleißigem Studium beſtens empfohlen.

21.

Betrachtungen über das Demontiren. Berlin 1883. Voſſiſche Buchhandlung. Preis Mark —,80.

Die vor wenigen Wochen im Buchhandel erſchienenen Betrachtungen über das Demontiren, von S. weiſen, wie der Verfaſſer dieſer kleinen Schrift in ſeinem Schlußwort ſelbſt hervorhebt, nicht auf neue Bahnen für die weitere Ausbildung des in Rede ſtehenden Schießens, ſondern geben im Weſentlichen eine einheitliche Darſtellung der dem gegenwärtigen Schießverfahren zu Grunde liegenden Erwägungen und Erfahrungen, ſowie der aus denſelben ſich ergebenden Hülfsmittel, in der ausgeſprochenen Abſicht, das im Sinken begriffene Zutrauen zu dem flachen Granatſchuß im Geſchützkampf wieder zu heben.

Die Arbeit zeichnet ſich durch den Fleiß, mit welchem alles einſchlägige Material zuſammengetragen, durch die Klarheit, mit welcher es geordnet und durch den Scharfſinn, mit welchem es benutzt iſt, um den unausbleiblichen Erfolg eines unter voller Ausnutzung aller dargebotenen Hülfsmittel geleiteten Schießens gewiſſermaßen heraus zu conſtruiren, höchſt vortheilhaft aus.

Die unumwundene Anerkennung der Zweckmäßigkeit des in den Betrachtungen empfohlenen verfeinerten Schießverfahrens kreuzt ſich indeſſen mit der Ueberzeugung, daß es kaum einen Batterie-Kommandeur geben dürfte, der im Stande wäre, ſich aller durch daſſelbe gebotenen Mittel bewußt und rechtzeitig im feindlichen Feuer und unter dem Einfluß der in den allermeiſten Fällen wahrſcheinlichen Mitwirkung einer größeren oder geringeren Anzahl daſſelbe Ziel beſchießender Batterien zu bedienen.

In der Praxis des Ernſtfalles wird man ſeine Anſprüche an die Leiſtungsfähigkeit in Bezug auf minutiöſe Beachtung aller für Abkürzung des Schießverfahrens nutzbar zu machenden Umſtände

weſentlich herabſtimmen müſſen, und ſelbſt auf den Schießplätzen der Truppen dürfte ein im Sinne der vorliegenden Arbeit korrekt durchgeführtes Schießen trotz aller Vorübungen ſich leider nur in ſehr vereinzelten Fällen erreichen laſſen, da die große Zahl der als Batterie-Kommandeure auszubildenden Perſönlichkeiten zu der Summe von Gelegenheiten, eine ſchießende Batterie zu kommandiren, ſtets in einem wenig günſtigen Verhältniſſe ſtehen wird und nach Lage der Dinge wird ſtehen müſſen.

Einen praktiſchen Werth haben die Betrachtungen über das Demontiren wohl nur für die Artillerie-Schießſchule; ſie iſt die Stätte, an welcher die ſyſtematiſche Ausnutzung aller erdenklichen Fineſſen des Schießverfahrens als weſentliches Hülfsmittel zur Erweckung und Ausbildung des Verſtändniſſes für rationelles Schießen allgemeinen Nutzen zu ſtiften im Stande iſt. Für die Schießpraxis der Truppen werden allgemein die einfachſten, Jedem verſtändlichen Hinweiſe die ſicherſte Grundlage des Verfahrens bleiben.

Die Vorausſetzung des Verfaſſers, daß die Vorliebe für das Wurffeuer ſich eigentlich zumeiſt auf die geringe Demontirwirkung ſtütze, kann übrigens als richtig ſelbſt dann nicht zugegeben werden, wenn von einer Heranziehung des 21 cm Mörſers für den Vergleich der beiden Schießarten Abſtand genommen wird. Sogar zu der Zeit, in welcher die Betrachtungen geſchrieben wurden, d. h. vor Einſtellung der 15 cm Mörſer in das Material der Artillerie-Schießplätze wurden mit dem allerdings launenhaften kurzen 15 cm, wenn nicht hervorragende, ſo doch immerhin recht hübſche Erfolge erzielt. Der 15 cm Mörſer aber hat ſich, ſoweit bis jetzt bekannt geworden, außerordentlich bewährt.

Eine Frage, welche für den vermehrten oder verminderten Gebrauch des Demontirfeuers von einſchneidender Wichtigkeit iſt und die Erklärung dafür giebt, weshalb dieſes Feuer von dem Wurffeuer, wie ſich der Verfaſſer auf Seite 4 ausdrückt, gewiſſermaßen bei Seite geſchoben iſt (wenigſtens ſo weit, als im Intereſſe des Raumgebens für das letztere nöthig war), hat der Verfaſſer gar nicht berührt: Was leiſtet eine mit Geſchützen größter Treffſähigkeit ausgerüſtete Demontir-Batterie, die nach allen Regeln der Kunſt im Sinne der Betrachtungen ihr Feuer abgeben kann, gegen eine feindliche Wurfbatterie? Die Antwort wird „nichts“, günſtigſten Falles „ſehr wenig“ lauten müſſen, denn bis der Kamm

der feindlichen Batterie ſo weit zerſtört iſt, daß eine Wirkung gegen die Wurfgeſchütze überhaupt erreicht werden könnte, dürfte mehr Zeit verrinnen, als ihr die letzteren ſelbſt bei ungleich geringerer Trefffähigkeit laſſen werden.

Zweckmäßige Verwendung findet demnach die Demontir-Batterie lediglich gegen ſolche feindlichen Geſchützaufſtellungen, welche mit Geſchützen gleichen Charakters armirt ſind, d. h. die Möglichkeit ihres Gebrauches iſt von der Anzahl der letzteren direkt abhängig, während ſich die Wurfbatterie gegen alle feindlichen Geſchützaufſtellungen, mit alleiniger Ausnahme der wenig zahlreichen von oben gedeckten (Panzerthürme ꝛc.), mit Nutzen verwerthen läßt, ohne dabei von der Subtilität des Schießverfahrens in gleich hohem Grade abhängig zu ſein. —

Des ſyſtematiſchen Aufbaues der Betrachtungen iſt bereits vorſtehend rühmend gedacht; auch die Gewandtheit und Prägnanz des Ausdrucks verdient hervorgehoben zu werden. An einzelnen Stellen hat augenſcheinlich der Eifer für die Sache den Verfaſſer dazu verleitet, ſeine Behauptungen etwas kraß zu geſtalten. Auf Seite 8 unten iſt z. B. geſagt: „Eine ſchlechte Beobachtung kann niemals durch ein gutes Schießverfahren unſchädlich gemacht werden, wohl aber umgekehrt“; auch die beſte Beobachtung dürfte ein ſchlechtes Schießverfahren nicht unſchädlich zu machen im Stande ſein. —

Es ſei hier noch einer auf Seite 32 untergelaufenen, allerdings nicht weſentlich in Betracht kommenden Inkorrektheit gedacht. An genannter Stelle wird zunächſt erwähnt, daß ein Schuß, der Linie, aber 100 m zu kurz geht, dem Beobachter für das 6. reſp. 5. ꝛc. Geſchütz (45 reſp. 39 ꝛc. m ſeitwärts) als $^{4,6}/_{16}$, reſp. $^{4,0}/_{16}$ ꝛc. links erſcheint, dann aber, daß er demſelben um die *bezüglichen* Maße rechts erſcheinen muß, wenn er um das gleiche Maß zu weit geht. Statt „um die bezüglichen Maße“ hätte es „um etwas geringere Maße“ heißen müſſen.

Zum Schluß wünſchen wir den Betrachtungen über das Demontiren als beſten Erfolg möglichſt ausgedehnte Verbreitung; ein eingehendes Studium derſelben kann Allen, die dazu berufen ſind oder berufen werden können, das Feuer von Batterien zu leiten, nur empfohlen werden. — Sch.

22.

Von den in der Helwingſchen Verlagsbuchhandlung in Hannover erſcheinenden „Strategiſch-taktiſchen Aufgaben nebſt Löſungen", hat kürzlich das erſte Semeſterheft des 2. Jahrganges (1883) die Preſſe verlaſſen. Wir halten dieſe Aufgaben ꝛc. für ein ausgezeichnetes Hülfsmittel zum applikatoriſchen Selbſtunterricht über die Verhältniſſe des Feldkrieges und ihre Anforderungen an die Truppenführer. Sie fordern den Leſer geradezu heraus, ſich ähnliche neue Aufgaben ſelbſt zu konſtruiren und die meiſt kurze und praktiſche Löſung nach Art der vorliegenden Muſterblätter ſyſtematiſch zu begründen und ins Detail zu durchzuarbeiten. Werden die Aufgaben den Offizieren aller Waffen zur Vorbereitung für die praktiſche Arbeit im Terrain von erheblichem Nutzen ſein können, weil ſie die allgemeinen Grundſätze der Truppenführung dem Gedächtniß einprägen und das Verſtändniß für ihre Anwendung im Einzelfalle anregen und fortbilden, ſo ſeien ſie ganz beſonders denjenigen Offizieren empfohlen, denen ihr Friedensberuf nicht oder nur ausnahmsweiſe die Theilnahme an Feldmanövern geſtattet.

Der Preis der einzelnen Semeſterhefte (Mark 1,50) iſt in Anſehung des bei guter Ausſtattung reichen Inhalts als ein mäßiger zu bezeichnen. Sch.

23.

Ein Blick auf die K. K. Oeſterreichiſche Armee, beſonders die Infanterie. Von Epimenides. Sonder-Abdruck aus der „Allgemeinen Militär-Zeitung". Darmſtadt 1883. Eduard Zernin.

Eine intereſſante kleine Schrift! Der Zweck, den der Verfaſſer durch ihre Veröffentlichung hat erreichen wollen, nämlich irgend einen Leſer zum Nachdenken anzuregen, wird ſicher überholt werden — wer anfängt zu leſen, legt kaum eher das Büchelchen aus der Hand, bis er zu den hübſchen Schlußworten deſſelben gelangt iſt, und wird auch nicht Jeder allen darin ausgeſprochenen Anſichten beipflichten können, ohne Anregung zum Nachdenken laſſen ihn dieſe ſo wenig, als die poſitiven Mittheilungen über die Ergebniſſe der Beobachtungen des Verfaſſers.

Daß wir es hier nicht mit einer eigentlichen wiſſenſchaftlichen Studie zu thun haben, ſagt ſchon das Vorwort; es ſind nur Streiflichter, die der Verfaſſer auf die von ihm beſprochenen öſterreichiſchen Verhältniſſe wirft, und man kommt oft in die Lage, das zu bedauern. Es gilt das ſowohl für das Vorwort, als für die Schrift ſelbſt. Stellenweiſe hat ſich der Verfaſſer mit ſeinen eigenen Gedanken raſcher abgefunden, als für das richtige Verſtändniß wünſchenswerth iſt. Auf Seite IV des Vorworts fragt er: „Iſt nicht Wien für Oeſterreich daſſelbe, was Paris für Frankreich?" Wenn das heißen ſoll, Oeſterreich müſſe um ſeiner eigenen Sicherheit willen Wien befeſtigen, wo bleibt dann die Parallele mit Deutſchland bezw. Preußen? Es iſt doch nicht die Geldfrage, die uns an einer für nothwendig befundenen Befeſtigung unſerer Hauptſtadt hindern würde?

Daß in Preußen zur Erſparung alle Schieß- und Exerzir-Uebungen in Drillichkleidern gemacht werden (Seite IV), dürfte eine etwas zu weit gehende Behauptung ſein, ebenſo wie die, daß jeder alte Soldat wiſſe, wie es ſich auf guter Straße im Regen am luſtigſten marſchire (Seite 15) — es giebt ſicher alte Soldaten genug, die ſich mit einer guten Straße ohne den Regen leidlich zufrieden geben.

Wir hegen auch nicht die Beſorgniß des Verfaſſers, daß ein paar gute Wirthſchaftsjahre genügen würden, um die Reihen unſerer Kapitulanten ſo weſentlich zu lichten, als er zu befürchten ſcheint. Die Gründerjahre werden ſo leicht nicht wiederkehren, und ſollten ſie es wider Erwarten thun, ſo bringen ſie einerſeits eine vorübergehende Kalamität und finden uns andererſeits entſchieden beſſer vorbereitet.

Daß die öſterreichiſchen Offiziere ſämmtlich dienſtfreie unbewaffnete Diener haben, erſcheint uns in Uebereinſtimmung mit dem Verfaſſer zwar als ein Vortheil für die erſteren, im Hinblick auf den an anderer Stelle hervorgehobenen ſchwachen Friedensſtand aber nicht als Vortheil für die Truppe und deren Ausbildung.

Wir brauchen mit Rückſicht auf das im Eingang unſerer Beſprechung abgegebene Urtheil das kleine gut ausgeſtattete Buch der Beachtung unſerer Leſerkreiſe kaum nochmals beſonders zu empfehlen. Sch.

24.

Das Gewehrfeuer im Gefecht. Beitrag zur Pſycho-Phyſik von Oberſtlieutenant Wolozkoi, aus dem Ruſſiſchen überſetzt von Stabs-Kapitän Eugen Revensky. Darmſtadt und Leipzig 1883. Eduard Zernin.

Unſere Kenntniß über die Wechſelbeziehungen zwiſchen Seele und Organismus wird durch das vorliegende Buch nicht weſentlich bereichert; das iſt natürlich auch nicht der eigentliche Zweck deſſelben; trotzdem giebt der zweite Theil ſeines Titels im Zuſammenhang mit dem erſten den Inhalt der Arbeit ziemlich treffend wieder. Der Verfaſſer beleuchtet die Abhängigkeit des Gewehrfeuers im Gefecht von dieſen Wechſelbeziehungen und zieht auf Grund einer im 1. Kapitel ſehr, und wie uns vorkommen will, allzu umſtändlich entwickelten beſonderen Methode daraus ſeine Schlüſſe.

„Die Philoſophie hat nur das errungen, wozu man auch ohne ſie gekommen wäre", heißt es nach Cuvier auf Seite 14; zu den Lehrſätzen, welche der Verfaſſer aus dem von ihm ſorgfältig geſammelten und mit bewundernswürdigem Fleiß in ſeiner Manier durchgearbeiteten Material für das Gewehrfeuer im Gefecht entwickelt hat, würde man ohne ſeine Arbeit allerdings im Allgemeinen nicht gekommen ſein; trotzdem wäre man im Irrthum, wenn man danach vorausſetzen wollte, daß die uns hier gebotenen Reſultate lediglich Erfolge rein praktiſcher Ermittelungen und Beobachtungen, lediglich mathematiſche Folgerungen aus ſtatiſtiſchem Material ſeien, ſo ſehr ſich auch das Streben nach ſolchen kund giebt. Uns ſcheint der Verfaſſer dem Philoſophiren durchaus nicht abhold zu ſein.

Wir können uns mit dem Facit ſeiner Arbeit nicht einverſtanden erklären, erachten ſpeziell den Beweis für die Richtigkeit und Zweckmäßigkeit der von ihm im 7. Kapitel aufgeſtellten Grundzüge einer richtigen Methode des Schießunterrichts durchaus nicht als erbracht und beantworten hier kurz die von ihm aufgeworfene Frage: „Zu welchem Ergebniß hat das bisherige Syſtem geführt?" mit der Gegenfrage: „Zu welchem Ergebniß würde das vom Verfaſſer vorgeſchlagene Syſtem führen?", die Erwiderung hierauf unſeren Leſern überlaſſend.

Die neue Schießunterrichts-Theorie gipfelt in der mechaniſchen Ausbildung der Arme des Schützen; der Soldat ſoll geübt werden, maſchinenmäßig das Gewehr richtig, d. h. ſo zu erfaſſen, daß die Mündung des Laufes nicht über 4°, welcher Winkel als der mittlere Schußwinkel angeſehen wird, nach oben gerichtet wird; das iſt Alles; ob er dann auf dem Exerzirplatze beide Augen offen oder im Gefecht beide Augen zumacht, iſt ziemlich gleichgültig. Das gewohnheitsmäßige Anſchlagen thut's; damit dieſes gleichzeitig bequem ſei, wird empfohlen, das Gewehr ſpeziell für dieſe Anforderung zu konſtruiren. Ob Vorderlader, ob Hinterlader, ob dieſes, ob jenes Syſtem iſt lange nicht ſo weſentlich; die Feuergeſchwindigkeit wird dadurch nach den Ermittelungen des Verfaſſers wenig alterirt. Viſir iſt ziemlich überflüſſig; die für nöthig gehaltene Art der Feuer-Disziplin ergiebt die vorbezeichnete Ausbildung von ſelbſt. Im Gefecht beſteht die Kunſt der Führung einer derartig ausgebildeten Truppe darin, das Feuer rechtzeitig zu eröffnen und zu verſtärken, die Schützenlinie richtig zu führen, das Gelände, die Stimmung der Leute und die Handlungsweiſe des Feindes in Betracht zu ziehen; Kommandos zur Leitung des Schützenfeuers ſind kaum mehr als Pedanterie.

Wir hören's wohl, allein uns fehlt der Glaube!

25.

Verſuche mit comprimirter Schießbaumwolle in der Schießbaumwoll-Fabrik Wolff & Co., Walsrode, ausgeführt von deren Leiter Max von Förſter. Berlin 1883. Ernſt Siegfried Mittler und Sohn. Preis Mark —,60.

Eine klar und ſachlich gehaltene Mittheilung über die intereſſanten Ergebniſſe der Verſuche des Verfaſſers, betreffend die Wirkungen und das Verhalten comprimirter Schießwolle.

Die kleine Schrift enthält bemerkenswerthe Fingerzeige für die günſtigſte, d. h. wirkungsvollſte Verwendung des in Rede ſtehenden Sprengſtoffes, ein ſehr einfaches Verfahren, Patronen von comprimirter naſſer Schießwolle vor den nachtheiligen Einflüſſen des Transportes, der Witterung und der Feuchtigkeit zu

bewahren, ohne ihre augenblickliche Verwendbarkeit zu beeinträchtigen oder ihre Exploſionsfähigkeit herabzuſetzen, Aufſchlüſſe über die Selbſtzerſetzung von Schießwolle und Angaben über die Benutzung derſelben bei Sprengungen unter Waſſer.

Der Verfaſſer giebt gelegentlich der Beſprechung über die Selbſtzerſetzung der Anſicht Ausdruck, daß ein Abbrennen von Schießwolle aus dieſer Urſache niemals vorgekommen ſei, und weiſt gleichzeitig zum Beweiſe dafür, wie viele faſt nicht zu kontrolirende Zufälligkeiten einen Brand erzeugen können, auf einen Verſuch hin, den ihm der Profeſſor Kraut in Hannover mitgetheilt hat. Das Ergebniß dieſes Verſuches war, daß eine Hand voll einfacher Baumwollwatte, von der ein Theilchen angezündet und darauf mit den anderen Theilen ſo umwickelt wurde, daß die Luft zu dem entzündeten Punkt keinen freien Zutritt hatte, ſich in Papier gewickelt Monate lang aufheben ließ und nach dieſer Zeit, auseinandergewickelt, weiter brannte. Wir haben dieſe Erfahrung vor 3 Jahren, als in Bremerhaven ein bedeutendes Baumwoll-Lager in Brand gerieth, beſtätigt gefunden. Freiliegende angeſengte Theile von Baumwollballen, durch die Löſcharbeiten an den Außenflächen vollſtändig durchnäßt, an denen kein äußeres Zeichen, weder Hitze, noch irgend welche Rauchentwickelung, ein Fortbeſtehen des Feuers vermuthen ließ, brannten nach Wochen noch ſofort wieder, wenn man ſie auseinander riß.

Die „Verſuche ꝛc." ſeien hiermit unſern Leſern beſtens empfohlen. Sch.

26.

Taſchenbuch für die Feld-Artillerie zuſammengeſtellt von **H. A. v. Kretſchmar**, Major à la suite des Königlich Sächſiſchen reitenden Feld-Artillerie-Regiments Nr. 12, Lehrer an der vereinigten Artillerie- und Ingenieur-Schule. 2. Jahrgang 1883/84. Berlin 1883. **E. S. Mittler und Sohn.** Dauerhaft in Leder gebunden. Mark 2,50.

Die im Laufe des vergangenen Jahres eingetretenen zahlreichen Veränderungen in dem Natural-Verpflegungs-Reglement, den Schießregeln, der Munitions-Ausrüſtung ꝛc. ꝛc. haben eine

Neu-Auflage des im vorigen Jahre erſchienenen und beifällig aufgenommenen, obengenannten Taſchenbuches nothwendig gemacht, durch welche gleichzeitig den zahlreichen dem Verfaſſer ausgeſprochenen Wünſchen Folge gegeben worden iſt, indem außer dem früheren Inhalt noch Aufnahme gefunden haben:

ein Kalender vom 1. Oktober 1883 bis ultimo September 1884, mehrere neue Schema, u. a. Zeiteintheilung, Quartiere ꝛc. für Schießübung und Manöver, ſowie ein Notizbuch.

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, in derſelben Weiſe, wie dies das ſeit einigen Jahren erſcheinende „Carnet de poche“ des Kapitän Pleſſix für Frankreich thut, den Offizieren der Feld-Artillerie des deutſchen Heeres in handlicher Form ein Notizbuch zu geben, in welchem ſie alle Angaben finden ſollen, welche man im praktiſchen Dienſt, beim Exerziren, bei Paraden, bei den Schießübungen, im Manöver ſo häufig bedarf und die immer in bequemer Form zur Hand zu haben erfahrungsgemäß von großem Werth iſt.

27.

De la conduite de l'artillerie dans les manoeuvres et au combat. Paris, Turin etc. 1883.

Der Sous-Lieutenant von der Artillerie A. Orth hat die in dieſem Jahre bei der Helwing'ſchen Verlagsbuchhandlung in Hannover erſchienene (Hoffbauer'ſche) Arbeit: „Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht“ auszugsweiſe ins Franzöſiſche übertragen.

XVI.

Theoretiſche Unterſuchungen über die regelmäßigen Abweichungen der Geſchoſſe und die vortheilhafteſte Geſtalt der Züge

von

Dr. C. Cranz, Neuenbürg (Württemberg).

Mit 1 Tafel.

Inhalt.

Seite

I. Abſchnitt: Ueber die regelmäßigen Seitenabweichungen der Langgeſchoſſe aus gezogenen Geſchützen.

§ 1. Einleitung 478
§ 2. Aufſtellung der Bewegungsgleichungen 481
§ 3. Integration der Gleichungen der Rotation um den Schwerpunkt 488
§ 4. Integration der Bewegungsgleichungen des Schwerpunkts 502
§ 5. Berechnung der Seitenabweichung; Vergleichung mit der Beobachtung 508
§ 6. Die Bewegungen der Geſchoßaxe 512
§ 7. Zuſammenſtellung der erhaltenen Reſultate 519

II. Abſchnitt: Unterſuchungen über die vortheilhafteſte Geſtalt der Züge in gezogenen Geſchützen.

§ 8. Einleitung; Definition der Aufgabe 521
§ 9. Ungleichförmige Züge; die Anfangsgeſchwindigkeit der Translation ein Maximum 525
§ 10. Ungleichförmige Züge; der Druck in den Zügen konſtant 536
§ 11. Gleichförmiger Drall; vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen Rohrlänge, Drallwinkel, Kaliber, Pulverladung und Verbrennungszeit des Pulvers 537

Anhang.

§ 12. Die Erſcheinungen bei axenparallelen Zügen 540

Erſter Abſchnitt.

Ueber die regelmäßigen Abweichungen der Langgeſchoſſe aus gezogenen Geſchützen.

§ 1.

Einleitung.

Die Abweichungen von der normalen Flugbahn, welche Geſchoſſe erleiden, ſind ſeit 1737 Gegenſtand vieler Unterſuchungen geweſen, haben aber bis heute keine einwurfsfreie Erklärung gefunden. Die Frage iſt bis jetzt auf einen Punkt geführt, von welchem aus eine Behandlungsweiſe mittelſt theoretiſcher Mechanik allein einen ſicheren Abſchluß derſelben verſpricht. Das Folgende hat den Zweck, dazu einen Beitrag zu liefern, und zwar iſt die Unterſuchung beſchränkt auf die regelmäßigen Seitenabweichungen konzentriſcher Langgeſchoſſe aus gezogenen Geſchützen, da die unregelmäßigen Abweichungen der Kugelgeſchoſſe phyſikaliſch von Magnus, theoretiſch von Poiſſon, die Abweichungen in Folge der Erdrotation von Poiſſon vollſtändig erledigt ſind, und die Erſcheinungen bei excentriſchen Kugelgeſchoſſen und Langgeſchoſſen ein Problem für ſich von größerem Umfang darſtellen.

Danach handelt es ſich um die mathematiſche Begründung folgender Erſcheinungen*): Ein Geſchoß, das aus einem mit gewundenen Zügen verſehenen Geſchütz geworfen wird, weicht nach der rechten oder linken Seite der durch die Seelenaxe des Laufs gelegten Vertikalebene aus. Befindet ſich der Schwerpunkt des Geſchoſſes hinter der Mitte des letzteren, ſo erfolgt die Abweichung a) bei Rechtsdrall (d. h. bei Drehung des oberen Theils der Züge von links nach rechts vorwärts) nach der rechten, b) bei Linksdrall nach der linken Seite jener Ebene; liegt der Schwerpunkt vor dem Mittelpunkt, ſo weicht das Geſchoß a) bei Rechtsdrall nach links,**) b) bei Linksdrall nach rechts aus. Die Größe

*) Waffenlehre von Stachorowski, 1876.

**) Wie z. B. bei den franzöſiſchen Geſchützen.

dieſer Seitenabweichung wächſt ſtärker als bei Proportionalität mit der Zeit, ſo daß die Horizontalprojektion der Geſchoßbahn eine ziemlich raſch anſteigende Kurve darſtellt.

In dem Lehrbuch der Artillerie von Robins-Euler, 1737, iſt die Erſcheinung zuerſt erwähnt; Euler ſpricht in einer Anmerkung die Vermuthung aus, daß Rotationen der Grund ſein könnten. Es folgten Unterſuchungen von La Fère 1771, Hauptmann Luther, von Poiſſon 1837, Hauptmann Otto 1843, Generalmajor Mayevski (traité de balistique extérieure), Major Heim 1848, Profeſſor Magnus 1852, Oberſt Ludwig 1853, Mendo 1860, Baurmeiſter 1861, Profeſſor Kummer 1875, Hauptmann Haupt 1876.

Poiſſon*) hat über den Gegenſtand in 5 Abhandlungen, die zuſammen auch als beſonderes Werk erſchienen ſind, eine Reihe von mathematiſchen Berechnungen angeſtellt, übrigens nur für die früheren kugelförmigen Geſchoſſe. Er nimmt vier Urſachen an, welche den Abweichungen zu Grunde liegen können: Die Rotation der Erde, die Reibung der Luft, die nicht genau ſphäriſche Geſtalt und die nicht homogene Beſchaffenheit der Kugeln. Die Erdrotation ergiebt kleine Rechtsabweichungen; die Reibung der Luft an Kugeln unregelmäßige Ablenkungen; am meiſten iſt die nicht genau ſphäriſche Geſtalt von Einfluß: er ſetzt voraus, daß durch irgend welche Urſachen das Geſchoß eine von der Kugelgeſtalt wenig abweichende ellipſoidiſche Form angenommen habe und im Innern des Rohrs die Axe des Geſchoſſes und die Rotationsaxe nicht genau zuſammenfielen. Daraus ergeben ſich gewiſſe periodiſche Lagenänderungen der Axen und kleine Abweichungen. In der vorliegenden Arbeit war es möglich, einige Kunſtgriffe von Poiſſon bei Behandlung der Euler'ſchen Gleichungen anzuwenden, welche die Integration von Differentialgleichungen weſentlich erleichterten.

Von Magnus iſt in einer der „Abhandlungen der Berliner Akademie, 1852“ folgende phyſikaliſche Erklärung für die Abweichungen der Langgeſchoſſe ohne mathematiſche Rechnung aufgeſtellt: Durch die Züge im Innern des Geſchützes erhält das Geſchoß eine Rotation um ſeine Hauptaxe, z. B. bei rechtsdrehender Windung der Züge eine Rotation in demſelben Sinn, von

*) Poisson, Sur le mouvement des projectiles, Journal de l'Ecole polytechnique XXVI et XXVII.

oben links nach oben rechts. Das Geſchoß verläßt ſo die Mündung mit einer gewiſſen Anfangsgeſchwindigkeit der Rotation und der Translation. In ſeinem weiteren Flug bleibt zunächſt nach dem Prinzip von der Erhaltung der Rotationsebene die Richtung der Hauptaxe konſtant; die Flugbahn ſelbſt iſt gekrümmt, alſo entſteht bald ein kleiner Winkel zwiſchen der Tangente an die Flugbahn und der Geſchoßaxe. Nun iſt ein zweiter Satz der Mechanik, daß, wenn auf die Axe eines freien Umdrehungskörpers eine Kraft wirkt, die nicht durch den Schwerpunkt geht, dieſelbe den Körper in einer durch Kraftrichtung und Axe gelegten Ebene bewegt, falls der Körper nicht rotirt; rotirt dagegen der Körper mit großer Geſchwindigkeit, ſo bewegt ſich die Axe zur Seite und beſchreibt einen Kegel um den Schwerpunkt, — ein Geſetz, auf welchem u. a. das Vorrücken der Nachtgleichen beruht. Dabei iſt die Drehrichtung des Kegels dadurch beſtimmt, daß für einen Beobachter hinter dem horizontal gedachten Körper, oder hier dem Geſchoß, welches z. B. in der Richtung des Uhrenzeigers rotire, die Spitze ebenfalls in der Richtung des Uhrenzeigers eine Leitlinie des Kegels beſchreibt, alſo zuerſt ſich rechts wendet und dann ſenkt, — falls die Kraft an der Spitze von unten nach oben wirkt. Wirkt dagegen die Kraft von oben nach unten, oder trifft die Kraft die Axe in einem Punkte hinter dem Schwerpunkt, oder iſt die Rotation um die Axe die entgegengeſetzte, ſo iſt auch die Drehrichtung des Kegels die entgegengeſetzte.

Im vorliegenden Falle iſt jene Kraft die Reſultante des Luftwiderſtands, die in einem gewiſſen variablen Punkt die Axe angreift. Dieſer Angriffspunkt liegt bei unſeren Geſchoſſen vor dem Schwerpunkt, wegen der zugeſpitzten Form derſelben, und die Windung der Züge bei den deutſchen Geſchützen iſt rechtsläufig; folglich beſchreibt die Spitze der Granate einen Kegel in der Richtung des Uhrenzeigers. Wenn ſie bis unter die Tangente gelangt iſt, welche die Richtung für die Reſultante des Luftwiderſtands angiebt, ſo tritt der entgegengeſetzte Fall gegen vorhin ein; die Kraft wirkt von oben nach unten auf die Axe; die Spitze kehrt alſo um, nachdem ſie eine halbe Umdrehung beſchrieben hat, und kehrt auf demſelben Weg in ihre Anfangslage zurück. Auf dieſe Weiſe entſtehen koniſche Pendelungen der Axe, und befindet ſich dieſe ſtets auf der rechten Seite der durch die Tangente gelegten Vertikalebene. Der Luftwiderſtand, deſſen Richtung ſtets

parallel dieſer Ebene iſt, wirkt folglich mehr gegen die linke Seite des Geſchoſſes; der Effekt iſt derſelbe wie gegenüber einer ſchiefgehaltenen Ebene, und das Geſchoß wird immer mehr nach der rechten Seite gedrängt.

Um eine mathematiſche Berechnung anzubahnen, hat Herr Kummer (in zwei Abhandlungen der Berliner Akademie, 27. Mai 1875: „über die Wirkung des Luftwiderſtands auf Körper von verſchiedener Geſtalt, insbeſondere auch auf die Geſchoſſe") für mehrere Umdrehungskörper, gegen welche unter einem beliebigen Winkel ein Luftſtrom wirkt, erſtens die Komponenten der Reſultante des Luftdrucks, parallel und ſenkrecht zur Axe, als Funktionen dieſes Winkels berechnet, und zweitens die Beziehung zwiſchen dem Durchſchnittspunkt der Reſultante mit der Axe und jenem Winkel; auch hat er eine Reihe von phyſikaliſchen Verſuchen über dieſe Beziehung angeſtellt.

In neuerer Zeit iſt von Herrn Hauptmann Haupt ein treffliches Werk über das balliſtiſche Problem erſchienen, welches hauptſächlich für die praktiſche Berechnung der Schußtafeln einfache Formeln bietet. Auf die drei letzteren Arbeiten iſt unten zurückgekommen.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit iſt vorwiegend theoretiſcher Natur: Es ſoll das Geſchoß, nachdem es den Lauf verlaſſen hat, auf ſeinem Weg durch die Luft unter dem Einfluß aller möglicherweiſe auf daſſelbe einwirkenden Kräfte verfolgt werden, um erſtens die verſchiedenen Bewegungen kennen zu lernen, welche daſſelbe eingeht, und zweitens durch Berechnung der etwa ſich ergebenden Seitenabweichungen und Vergleichung mit der Erfahrung womöglich den eigentlichen Grund dieſer Verſchiebungen zu erfahren. — Danach hat man die Bewegung des Geſchoſſes in eine Bewegung der Translation des Schwerpunkts und eine Rotation des Geſchoſſes um den Schwerpunkt zu zerlegen, die Kräfte zu berechnen, die Differentialgleichungen aufzuſtellen und zu integriren und die Reſultate zu deuten.

§ 2.

Aufſtellung der Bewegungsgleichungen.

Es ſei S der Schwerpunkt des Geſchoſſes; nach Verlauf der Zeit t von Beginn der Bewegung an ſeien x, y, z die rechtwinkeligen Koordinaten deſſelben, bezogen auf drei feſte Axen Ox, Figur 1.

Oy, Oz. Der Urſprung O iſt der Abgangspunkt von S, alſo die Mitte der Mündung des Geſchützlaufs; die Axe Oz vertikal im entgegengeſetzten Sinn der Schwerkraft gerichtet; die Ebene xy horizontal, die Axe Ox in der Anfangsrichtung der Bewegung von S; Oy ſenkrecht zur Ebene xz, nach der linken Seite in Beziehung auf einen Beobachter, welcher von der Mündung des Geſchützes aus nach dem Ziele ſieht, und für welchen alle folgenden Bezeichnungen: links, rechts, oben und unten gelten. Nach denſelben Richtungen ſind die Koordinaten x, y, z poſitiv zu rechnen.

Durch den Schwerpunkt S ſeien die drei Hauptträgheitsaxen Sx_1, Sy_1, Sz_1 gelegt und drei andere Sx, Sy, Sz parallel und gleichſinnig mit Ox, Oy, Oz. SL iſt der Schnitt der beweglichen Ebene Sx_1, Sy_1 mit der horizontalen Ebene Sx Sy; $\measuredangle\, L S x = \psi$, $\measuredangle\, L Sx_1 = \varphi$; $\measuredangle\, z Sz_1 = \vartheta$. Durch die drei $\measuredangle\, \psi, \varphi, \vartheta$ iſt in jedem Augenblick t die Lage der drei Geraden Sx_1, Sy_1, Sz_1 beſtimmt, welche mit dem Geſchoß feſt verbunden gedacht werden; dabei ψ und φ beſchränkt auf das Intervall $0 - 360^{\circ}$, ϑ von $0 - 180^{\circ}$, und zwar ſei ϑ gleich dem räumlichen Winkel zwiſchen den Ebenen der $\measuredangle\, \psi$ und φ, nicht gleich deſſen Supplement, ſo daß Sz_1 über oder unter der horizontalen Ebene S x y zu liegen kommt, je nachdem ϑ ſpitz oder ſtumpf iſt. Der Winkel ψ iſt gezählt von Sx aus nach der Verlängerung von Sy hin.

Die 6 Größen x, y, z, φ, ψ, ϑ ſind die Unbekannten der Aufgabe, welche darin beſteht, die doppelte Bewegung im Raum kennen zu lernen: ihnen entſpricht eine gleiche Anzahl von Differentialgleichungen der 2. Ordnung; die 3 erſten davon beziehen ſich auf die Translationsbewegung des Schwerpunktes S, die 3 letzten auf die Rotation um den Schwerpunkt. — ω ſei die variable Rotationsgeſchwindigkeit um die augenblickliche Drehaxe, p, q, r wie üblich ihre Komponenten um die beweglichen Axen Sx_1, Sy_1, Sz_1. Dabei ſei r poſitiv, wenn die Drehung um Sz_1 von Sx_1 nach Sy_1 geſchieht, ebenſo q poſitiv für eine Drehung um Sy_1 von Sz_1 nach Sx_1, p poſitiv für eine Drehung von Sy_1 nach Sz_1.

Weiterhin bedeute m die Maſſe des Geſchoſſes; X, Y, Z die Summen der Komponenten aller auf daſſelbe wirkenden Kräfte außer der Schwerkraft, parallel den feſten Axen Ox, Oy, Oz; X_1, Y_1, Z^1 dieſelben parallel den beweglichen Axen Sx_1, Sy_1, Sz_1 und bezogen auf dieſelben beweglichen Axen; L, M, N die Summen

der Momente jener Kräfte und A, B, C die Trägheitsmomente. Dabei ſind die poſitiven Drehrichtungen der Momente in demſelben Sinne verſtanden wie diejenigen von p, q, r. Danach ſind die Gleichungen der Bewegung des Schwerpunkts:

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= X \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= Y \\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= Z - mg \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

und diejenigen der Rotation um den Schwerpunkt nach Euler:

$$\left.\begin{aligned} A\frac{dp}{dt} &= (B - C)\,qr + L \\ B\frac{dq}{dt} &= (C - A)\,rp + M \\ C\frac{dr}{dt} &= (A - B)\,pq + N \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

dabei iſt

$$\left.\begin{aligned} p &= -\sin\vartheta \,.\, \sin\varphi \,.\, \frac{d\psi}{dt} + \cos\varphi\,\frac{d\vartheta}{dt} \\ q &= -\sin\vartheta \,.\, \cos\varphi \,.\, \frac{d\psi}{dt} - \sin\varphi\,\frac{d\vartheta}{dt} \\ r &= \frac{d\varphi}{dt} - \cos\vartheta \,.\, \frac{d\psi}{dt} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

woraus auch:

$$\left.\begin{aligned} \sin\vartheta \,.\, \frac{d\psi}{dt} &= -p\sin\varphi - q\cos\varphi \\ \frac{d\vartheta}{dt} &= p\cos\varphi - q\sin\varphi \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

Mit den Winkeln φ, ψ, ϑ hängen die einzelnen Koſinus der Winkel der beweglichen Axen gegen die feſten durch die Euler'ſchen Formeln zuſammen. Sind die Koſinus durch das Schema

	x_1	y_1	z_1
x	a_1	b_1	c_1
y	a_2	b_2	c_2
z	a_3	b_3	c

Digitized by Google

definirt, ſo lauten die Euler'ſchen Formeln:

$$(4) \quad \ldots \quad \begin{cases} a_1 = \cos\vartheta . \sin\psi . \sin\varphi + \cos\psi . \cos\varphi \\ b_1 = \cos\vartheta . \sin\psi . \cos\varphi - \cos\psi . \sin\varphi \\ c_1 = -\sin\vartheta . \sin\psi \\ a_2 = \cos\vartheta . \cos\psi . \sin\varphi - \sin\psi . \cos\varphi \\ b_2 = \cos\vartheta . \cos\psi . \cos\varphi + \sin\psi . \sin\varphi \\ c_2 = -\sin\vartheta . \cos\psi \\ a_3 = \sin\vartheta . \sin\varphi \\ b_3 = \sin\vartheta . \cos\varphi \\ c_3 = \cos\vartheta . \end{cases}$$

Die Form der Langgeſchoſſe — denn ſolche ſind jetzt faſt nur noch im Gebrauche — iſt diejenige eines geraden Cylinders mit aufgeſetzter, etwas abgerundeter Spitze; dieſe letztere hat eine ogivale oder ſpitzbogenförmige Geſtalt. Demnach ſind die Hauptträgheitsaxen des Geſchoſſes die Längsaxe und zwei darauf und aufeinander ſenkrechte Gerade. Die zwei Trägheitsmomente A und B ſind gleich. Die Langaxe des Geſchoſſes möge mit der Sz_1-Axe zuſammenfallen.

Die Kräfte, welche auf das Geſchoß wirken, ſind nun, von der Reibung der Luft zunächſt abgeſehen, erſtens die Schwerkraft und zweitens der normale Luftwiderſtand. Die Reſultante der Schwerkraft geht durch den Schwerpunkt und Koordinatenanfang S, alſo kommt in den Gleichungen (2) der Rotation um S die Kraft der Schwere nicht vor. Der Luftwiderſtand wirkt auf jeden Punkt der vorderen Fläche des Geſchoſſes, parallel der Tangente ST an die Flugbahn; hierbei iſt die Grenze zwiſchen den vom Luftwiderſtand getroffenen und den nicht getroffenen Punkten die Berührungslinie des Geſchoſſes mit einem Cylindermantel, deſſen Mantellinien parallel der Tangente ST gezogen ſind und das Geſchoß berühren. Die einzelnen Wirkungen vereinigen ſich zu einer Reſultante R parallel ST, welche die Axe in einem gewiſſen Punkte mit der Koordinate z_1 angreift. Der Winkel zwiſchen der Reſultante R und der Geſchoßaxe oder auch zwiſchen der Tangente
Figur 2. ST und der Axe Sz_1 ſei α. Durch beide Geraden ST und Sz_1 ſei eine Ebene gelegt, welche die Ebene x_1Sy_1 nach SQ ſchneidet. Die Reſultante läßt ſich in zwei Komponenten parallel und ſenkrecht zur Geſchoßaxe oder nach Sz_1 und SQ zerlegen; die erſtere iſt gleich Z_1, die zweite heiße Q. Nach dem in der Einleitung Angeführten ſind es eben dieſe Komponenten Z_1 und Q, welche

von Herrn Kummer berechnet ſind; unter anderem für ein cylindriſches Geſchoß mit aufgeſetztem halben Rotationsellipſoid. Die Formeln von Herrn Kummer werde ich ſogleich verwerthen, ohne ſie noch einmal abzuleiten. Die Form eines halben Rotationsellipſoids, welche der Berechnung von Herrn Kummer zu Grunde liegt, entſpricht am meiſten den Granatenden. Man erhält daraus einfache Formeln bei der Annahme von halbkugelförmigen Enden der Geſchoſſe. Solche ſind im Folgenden vorausgeſetzt. Wie man unſchwer aus den Kummer'ſchen Formeln ableitet, werden für die angenommene Form die Komponenten Z_1 und Q folgende:

$$\left.\begin{aligned} Z_1 &= \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\left\{\frac{\sin^2\alpha}{4}+\frac{\cos^2\alpha}{2}+\frac{3}{8}\cos\alpha\sin^4\alpha-\frac{(1-\cos\alpha)\cos^2\alpha}{2}\right.\\ &\qquad\left.-\frac{1}{16}(1-3\cos^2\alpha)(2-\cos\alpha-\cos^2\alpha)\right\}.\,r^2\pi.\\ Q &= \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\left\{\frac{4}{3}rh\sin^2\alpha+\frac{r^2\pi}{4}\sin\alpha(1+\cos\alpha)\right\} \end{aligned}\right\}\quad(5)$$

ds ein Element der Flugbahn, h die Höhe des cylindriſchen Theils des Geſchoſſes, r deſſen Radius oder das halbe Kaliber; der Luftwiderſtand iſt von Herrn Kummer proportional dem Quadrat der Geſchwindigkeit des Schwerpunkts oder $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ und einem konſtanten Koeffizienten μ angenommen, der von der Dichte der Luft und des Geſchoſſes abhängt, und von dem unten noch die Rede iſt. Dieſe Annahme iſt hier beibehalten, indem die vorliegende Arbeit grundſätzlich die Kummer'ſche Arbeit zum Ausgangspunkt nimmt, und da die neueſten Verſuche von Herrn Krupp*) das Newton'ſche Geſetz zu beſtätigen ſcheinen.

Bedeutet h_1 den Abſtand des Geſchoßbodens vom Schwerpunkt S, ſo iſt die oben erwähnte Beziehung zwiſchen der z_1-Koordinate des Angriffspunkts der Reſultante und dem Winkel α:

$$z_1 = \frac{\frac{3}{8}hr\pi + h^2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}r\pi + 2h\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}} - h_1. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

---

*) Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere des deutſchen Reichs, 89, XVIII, Seite 429. Br: „Verſuche von Fr. Krupp in Eſſen zur Ermittlung des Luftwiderſtandes bei größeren Geſchoßgeſchwindigkeiten, Herbſt 1881".

Es ſind die Komponenten X, Y, Z; X_1, Y_1, Z_1 und die Momente L, M, N zu bilden. Nennt man β den Winkel zwiſchen SQ und Sx_1, ſo iſt

$$\begin{aligned} X_1 &= Q \cos\beta \\ Y_1 &= Q \sin\beta \\ Z_1 &= Z_1, \end{aligned}$$

ferner folgt aus der Bedeutung von L, M, N, da zugleich der Angriffspunkt $(x_1 y_1 z_1)$ der Reſultante auf der Geſchoßaxe Sz_1 liegt, ſomit $y_1 = o$, $x_1 = o$ iſt:

$$(7) \quad . \quad . \quad \left\{ \begin{aligned} L &= z_1 Y_1 - y_1 Z_1 = \quad z_1 Y_1 = \quad z_1 \,.\, Q \sin\beta \\ M &= x_1 Z_1 - z_1 X_1 = - z_1 X_1 = - z_1 \,.\, Q \cos\beta \\ N &= y_1 X_1 - x_1 Y_1 = o. \end{aligned} \right.$$

Die dritte Gleichung (2) reduzirt ſich in Folge des Werthes von N und wegen A = B auf:

$$\frac{dr}{dt} = o$$

$$r = \text{const} = a$$

d. h. die Komponente der Rotationsgeſchwindigkeit um die Geſchoßaxe iſt konſtant; ſie möge mit a bezeichnet werden.

Die Koſinus der Winkel der Tangente ST gegen die feſten Axen ſind $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$; diejenigen der Axe Sx_1 ſind $a_1 a_2 a_3$ und die der Axe Sy_1, $b_1 b_2 b_3$; aus dem durch Sx_1, ST, SQ gebildeten rechtwinkeligen Dreikant und deſſen Nebendreikant erhält man danach die Gleichungen

$$\sin\alpha \,.\, \cos\beta = \cos(\widehat{ST\,Sx_1}) = a_1 \frac{dx}{ds} + a_2 \frac{dy}{ds} + a_3 \frac{dz}{ds}$$

$$\sin\alpha \,.\, \sin\beta = \cos(\widehat{ST\,Sy_1}) = b_1 \frac{dx}{ds} + b_2 \frac{dy}{ds} + b_3 \frac{dz}{ds}$$

oder

$$(8) \quad . \quad . \quad \left\{ \begin{aligned} \cos\beta &= \frac{a_1 \frac{dx}{ds} + a_2 \frac{dy}{ds} + a_3 \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \\ \sin\beta &= \frac{b_1 \frac{dx}{ds} + b_2 \frac{dy}{ds} + b_3 \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \end{aligned} \right.$$

Der Winkel α iſt der Unterſchied der Richtungen ST und Sz_1, mit den Richtungskoſinus $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ reſp. $c_1\, c_2\, c_3$, alſo iſt

$$\cos\alpha = c_1 \frac{dx}{ds} + c_2 \frac{dy}{ds} + c_3 \frac{dz}{ds} \quad \ldots \quad (9)$$

Nun iſt

$$\begin{aligned} X &= a_1 X_1 + b_1 Y_1 + c_1 Z_1 \\ Y &= a_2 X_1 + b_2 Y_1 + c_2 Z_1 \\ Z &= a_3 X_1 + b_3 Y_1 + c_3 Z_1 \end{aligned}$$

oder

$$\left.\begin{aligned} X &= a_1 . Q \cos\beta + b_1 Q \sin\beta + c_1 Z_1 \\ Y &= a_2 . Q \cos\beta + b_2 Q \sin\beta + c_2 Z_1 \\ Z &= a_3 . Q \cos\beta + b_3 Q \sin\beta + c_3 Z_1 \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (10)$$

Damit ſind die Komponenten und Momente berechnet, und die Differentialgleichungen (1) und (2) der Translation und Rotation des Geſchoſſes erhalten die Form

$$\left.\begin{aligned} m \frac{d^2x}{dt^2} &= a_1 . Q \cos\beta + b_1 Q \sin\beta + c_1 Z_1 \\ m \frac{d^2y}{dt^2} &= a_2 . Q \cos\beta + b_2 Q \sin\beta + c_2 Z_1 \\ m \frac{d^2z}{dt^2} &= a_3 . Q \cos\beta + b_3 Q \sin\beta + c_3 Z_1 - mg \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (11)$$

$$\left.\begin{aligned} A \frac{dp}{dt} + (C - A)\, aq &= \left(\frac{\frac{3}{8}\, hr\pi + h^2 tg \frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}\, r\pi + 2h\, tg \frac{\alpha}{2}} - h_1 \right) . \\ & \qquad Q . \frac{b_1 \frac{dx}{ds} + b_2 \frac{dy}{ds} + b_3 \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \\ A \frac{dq}{dt} - (C - A)\, ap &= - \left(\frac{\frac{3}{8}\, hr\pi + h^2 tg \frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}\, r\pi + 2h\, tg \frac{\alpha}{2}} - h_1 \right) . \\ & \qquad Q . \frac{a_1 \frac{dx}{ds} + a_2 \frac{dy}{ds} + a_3 \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (12)$$

Hier iſt in (11) die Kraft des Luftwiderſtands, welche der Bewegung des Schwerpunkts S entgegenwirkt, negativ zu nehmen;

die Werthe von Q und Z_1 ſind in (5), die von $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3$ in (4) angegeben.

Die geſammte Aufgabe iſt, die Gleichungen zu integriren, zunächſt das Syſtem (12); dieſe geben p und q als Funktionen von φ, ψ, ϑ; mit Hülfe von (3) ſind p und q zwiſchen φ, ψ, ϑ zu eliminiren, die erhaltenen Werthe φ, ψ, ϑ werden in (11) eingeſetzt und dieſes Syſtem integrirt.

Allein zugleich ſieht man, daß nicht nur in den Gleichungen (11) in Folge der Werthe von $a_1, b_1, c_1, a_2 \sin\beta, \cos\beta, \sin\alpha$ die Winkel φ, ψ, ϑ erſcheinen, alſo die Gleichungen (11) der Translation von denen der Rotation (12) abhängen, ſondern auch umgekehrt wegen $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ in Q und wegen $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ die letzteren Gleichungen (12) der Rotation von denen der Translation.

§ 3.

Integration der Gleichungen der Rotation um den Schwerpunkt.

Die gegenſeitige Abhängigkeit der beiden Bewegungen und die Komplizirtheit der Formeln läßt von vornherein vermuthen, daß es nothwendig ſein wird, erſtens mehrere kleine Größen, welche gegenüber von anderen Größen von geringem Einfluß ſind, zu vernachläſſigen und zweitens eine beſtimmte Methode zu ſuchen, um zunächſt wenigſtens eines der beiden Syſteme von Gleichungen unabhängig von dem anderen zu integriren und darauf das andere Syſtem mit Hülfe der erhaltenen Werthe zu behandeln.

Der Gang der folgenden Berechnung iſt nun der, daß zuerſt die Gleichungen (11) der Translation als unabhängig von den Werthen φ, ψ, ϑ angeſehen und integrirt, die erhaltenen Ausdrücke von $\frac{ds}{dt}, \frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ in (12) eingeſetzt und dieſe integrirt werden: die Elimination von p und q zwiſchen den gefundenen Integralen und den Gleichungen (3) ergiebt die Winkel φ, ψ, ϑ als Funktionen von t ausgedrückt. Mit Hülfe dieſer letzteren werden jetzt nachträglich die Werthe von $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ in dem Syſtem (11) ergänzt und vor allem die Seitenabweichung $\pm y$ als Funktion der Zeit berechnet. Hierzu tritt die Annahme, daß die Winkel $\varphi, \psi, \vartheta, \alpha$ ſich während der in Betracht gezogenen Zeit wenig von ihren Anfangswerthen unterſcheiden, daß nur flache Schüſſe, alſo auch nur kleine

Digitized by Google

Schußwinkel, und, wie ſich ſpäter zeigen wird, nur kleine Flugzeiten zugelaſſen werden.

Die Annahme über die Kleinheit jener Winkel wird durch die Verſuche von Magnus mit Langgranaten beſtätigt, welche dieſer mit ſehr kleiner Ladung, alſo kleiner Anfangsgeſchwindigkeit abſchießen ließ und von der Seite der Flugbahn aus beobachtete: die Spitze der Granate hob ſich anfangs etwas (übereinſtimmend mit den Verſuchen am Bohnenberger'ſchen Apparat), und beſchrieb dann langſam einen Kegel gegen die Tangente hin, mit ſehr kleiner Oeffnung.

Bezeichnen danach Θ, Ψ, e kleine Größen, ſo hat man zunächſt ſtatt ϑ zu ſetzen $90 + \Theta$, eben weil flache Schüſſe vorausgeſetzt werden, die Axe Sz_1 ſich alſo wenig über die horizontale Ebene Sxy erhebt; im Anfang der Bewegung iſt $-\Theta$ der Schuß- oder Elevationswinkel e, unter welchem gezielt wird.

Ferner iſt $\psi = 270° + \Psi$ zu nehmen: Es ſollen nämlich rechtsdrehende Züge vorausgeſetzt werden; in dem gleichen Sinne dreht ſich das Geſchoß um die Sz_1-Axe mit der konſtanten Geſchwindigkeit a; folglich hat man für den Schnitt SL der Ebenen x_1y_1 und xy denjenigen Theil dieſer Geraden zu nehmen, für welchen der Winkel φ oder L_1Sx_1 rechtsdrehend wird, d. h. ſo, daß ein Beobachter, welcher in der Sx_1-Axe ſteht, mit den Füßen in S, die Ebene x_1y_1 entgegengeſetzt der Richtung des Uhrenzeigers unter ſich weggehen ſieht. Im Anfange der Bewegung fällt die Ebene $\widehat{Sz\,Sz_1}$ mit der Ebene $\widehat{Sz\,Sx}$ zuſammen, iſt alſo $\Psi = o$; ebenſo ſei $\varphi = o$ zu dieſer Zeit; alles zuſammengefaßt hat man

$$\text{für } t = o): \left.\begin{array}{l} \vartheta = 90° + \Theta \\ \psi = 270° + \Psi \\ \Theta = -e \\ \varphi = o \\ \Psi = o. \end{array}\right\} \quad \ldots \ldots \quad (13)$$

Die Quadrate und Produkte von $\Psi, \Theta, \frac{d\Psi}{dt}, \frac{d\Theta}{dt}$ werden vernachläſſigt; aus (3) folgt, daß dann auch p und q, $\frac{dp}{dt}, \frac{dq}{dt}$ kleine Größen derſelben Ordnung ſind. Uebrigens mögen in der Folge der Einfachheit halber die $\measuredangle\, \Theta$ und Ψ ſelbſt als ϑ und ψ geſchrieben werden.

Bildet man den eingeführten Annahmen gemäß die früheren Ausdrücke, ſo wird zunächſt die dritte Gleichung (3):

$$r = \frac{d\varphi}{dt} = a$$

(14) . . . . $\varphi = at$; und deshalb das Syſtem (4):

$$(15) \quad \left\{ \begin{array}{l} a_1 = \vartheta \sin at + \psi \cos at \\ b_1 = \vartheta \cos at - \psi \sin at \\ c_1 = +1 \\ a_2 = \cos at \\ b_2 = -\sin at \\ c_2 = -\psi \\ a_3 = \sin at \\ b_3 = \cos at \\ c_3 = -\vartheta \end{array} \right.$$

Ferner werden die Gleichungen (8):

$$(16) \quad \left\{ \begin{array}{l} \cos\beta = \dfrac{(\vartheta \sin at + \psi \cos at)\dfrac{dx}{ds} + \cos at \dfrac{dy}{ds} + \sin at \dfrac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \\[2ex] \sin\beta = \dfrac{(\vartheta \cos at - \psi \sin at)\dfrac{dx}{ds} - \sin at \dfrac{dy}{ds} + \cos at \dfrac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \end{array} \right.$$

Dies ſind einige vorbereitende Formeln für die ſpätere Integration des Syſtems (12). Dem aufgeſtellten Gang der Berechnung gemäß ſoll jedoch zunächſt das Syſtem (11) der Gleichungen der Translation ohne Rückſicht auf die darin enthaltenen von $\varphi\,\psi\,\vartheta$ abhängigen Terme integrirt werden: In Q und Z_1 (vergl. 5) iſt der Winkel α enthalten; es wird $\cos\alpha$ gleich $\frac{dx}{ds} - \psi\frac{dy}{ds} - \vartheta\frac{dz}{ds}$; dafür iſt alſo zu nehmen $\cos\alpha = \frac{dx}{ds}$; außerdem ſind flache Schüſſe vorausgeſetzt, d. h. es ſoll $\left(\frac{dy}{dx}\right)^2$ gegen 1 vernachläſſigt werden, ſo daß $ds = dx$; folglich iſt zu nehmen: $\cos\alpha = 1$, $\sin\alpha = o$; und damit nach (5) $Q = o$, $Z_1 = \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \frac{r^2\pi}{2}$. Dieſe Größe iſt danach unter den gemachten Vorausſetzungen der Werth der Reſultante ſelbſt; und die rechten Seiten von (11) oder von (1) werden gebildet, indem dieſe Reſultante mit ihren Richtungskoſinus $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ multiplizirt wird; man erhält danach für die Komponenten X Y Z die Werthe

$$\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot\frac{dx}{ds};\ \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot\frac{dy}{ds};\ \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot\frac{dz}{ds},$$

oder vielmehr

$$\mu\left(\frac{dx}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot;\qquad \mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dy}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2};\qquad \mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dz}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2}-mg$$

und zwar negativ genommen; alſo lauten die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= -\mu\left(\frac{dx}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= -\mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dy}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2}\\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= -\mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dz}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2}-mg. \end{aligned}\right\}\quad \ldots\ldots\quad (17)$$

Später werden auf der rechten Seite noch Glieder hinzugefügt werden, welche von ϑ und ψ abhängen und deren Einfluß auf $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$ berechnet werden wird, nachdem Ausdrücke für ϑ und ψ in t bekannt ſind.

Die erſte Gleichung (17) giebt:

$$\frac{d^2x}{dt^2}=-\sigma\cdot\left(\frac{dx}{dt}\right)^2,\ \text{wo der Kürze halber}\ \sigma=\frac{\mu r^2\pi}{2m}$$

$$-\frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right)}{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}=\sigma;\ \text{integrirt}$$

$$\frac{1}{\frac{dx}{dt}}=\sigma t+\text{const.}$$

Die Anfangsgeſchwindigkeit der Translation ſei v; ihre Richtung liegt in der xz-Ebene; der Elevationswinkel e iſt klein angenommen, ſo daß $\cos e=1$, $\sin e=e$ und die x- und y-Komponenten von v gleich v und $v\cdot e$ ſind, alſo iſt

$$\text{const.}=\frac{1}{v}$$

$$\frac{dx}{dt}=\frac{v}{1+v\sigma t}$$

Damit wird die zweite Gleichung (17):

$$\frac{d^2y}{dt^2}=-\sigma\frac{v}{1+v\sigma t}\cdot\frac{dy}{dt};\ \text{integrirt}$$

Digitized by Google

$$\log\left(\frac{dy}{dt}\right) + \log(1 + v\sigma t) = \text{const.} = \log C$$

und da für $t = o$, $\frac{dy}{dt} = o$, iſt $C = o$, alſo

$$\frac{dy}{dt} = o.$$

Die dritte Gleichung nimmt die Form an:

$$\frac{d^2z}{dt} = -\sigma \cdot \frac{v}{1 + v\sigma t} \cdot \frac{dz}{dt} - g.$$

Ein erſtes Integral ſei

$$\frac{dz}{dt} = M \, . \, N,$$

wo M und N zwei paſſend zu beſtimmende Funktionen von t ſind; damit wird die Gleichung

$$M' N + M N' + \frac{\sigma v}{1 + v\sigma t} \cdot M \cdot N = -g$$

der Faktor von M gleich Null geſetzt:

$$N' + \frac{\sigma v}{1 + v\sigma t} N = -g$$

$$\frac{N'}{N} = \frac{-\sigma v}{1 + v\sigma t}$$

$$\log N + \log(1 + v\sigma t) = \text{const} = \log 1,$$

wenn die willkürliche Konſtante auf diejenige von $\frac{dz}{dt}$ geworfen wird;

$$N = \frac{1}{1 + v\sigma t}; \text{ damit iſt}$$

$$M' \cdot \frac{1}{1 + v\sigma t} = -g$$

$$M = -gt\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right)$$

$$\frac{dz}{dt} = M \, . \, N = -\frac{gt\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right)}{1 + v\sigma t} + \text{const.},$$

für $t = o$ iſt $\frac{dz}{dt} = v \, . \, e$, alſo

$$\frac{dz}{dt} = \frac{-gt\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right) + ve}{1 + v\sigma t} = \frac{v\delta}{1 + v\sigma t}, \text{ wenn } \delta = e - \frac{gt}{v}\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right)$$

$$= e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2; \; \gamma_1 = \frac{g}{2\sigma v^2}.$$

Dieſe vorläufigen Werthe

$$\left.\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{v}{1+v\sigma t} \\ \frac{dy}{dt} &= o \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{v\delta}{1+v\sigma t}, \text{ wo } \delta = e + \gamma_1 - \gamma_1\,(1+v\sigma t)^2;\ \gamma_1 = \frac{g}{2\sigma v^2} \end{aligned}\right\} \quad . \ (18)$$

ſind dem wiederholt angeführten Entwicklungsgang der Rechnung gemäß bei der Bildung des Syſtems (12) der Rotation zu verwerthen.

Aus (16) wird:

$$\cos\beta = \frac{(\vartheta\sin at + \psi\cos at)\,\frac{dx}{ds} + \cos at\,\frac{dy}{ds} + \sin at\,\frac{dz}{ds}}{\sin\alpha}$$

$$= \frac{(\vartheta\sin at + \psi\cos at)\,\frac{dx}{dt} + \cos at\,\frac{dy}{dt} + \sin at\,\frac{dz}{dt}}{\sin\alpha\cdot\frac{ds}{dt}}$$

$$= \frac{(\vartheta\sin at + \psi\cos at)\cdot\frac{v}{1+v\sigma t} + \sin at\cdot\frac{v\delta}{1+v\sigma t}}{\sin\alpha\cdot\frac{\sqrt{v^2+v^2\delta^2}}{1+v\sigma t}}, \quad \text{alſo}$$

$$\left.\begin{aligned} \cos\beta &= \frac{\vartheta\sin at + \psi\cos at + \sin at\cdot\delta}{\sin\alpha\sqrt{1+\delta^2}}; \quad \text{ebenſo} \\ \sin\beta &= \frac{\vartheta\cos at - \psi\sin at + \cos at\,\delta}{\sin\alpha\sqrt{1+\delta^2}}; \end{aligned}\right\} \quad . \ . \ . \ (19)$$

hier und in dem Ausdruck Q kommt Winkel α vor; es iſt, cf. oben

$$\cos\alpha = \frac{dx}{ds} - \psi\frac{dy}{ds} - \vartheta\frac{dz}{ds}$$

$$= \frac{\frac{dx}{dt} - \psi\frac{dy}{dt} - \vartheta\frac{dz}{dt}}{\frac{ds}{dt}}$$

$$= \frac{v - \vartheta v\delta}{\sqrt{v^2 + v^2\delta^2}}$$

$$\cos\alpha = \frac{1 - \vartheta\delta}{\sqrt{1+\delta^2}}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{1-2\vartheta\delta}{1+\delta^2}} = \sqrt{\frac{\delta^2 + 2\vartheta\delta}{1+\delta^2}},$$

nun iſt $\delta = e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2$; e iſt der kleine Elevationswinkel; γ_1 und $v\sigma$ ſind Brüche, t klein angenommen, alſo iſt δ von der Ordnung der Größe e, ϑ iſt ebenfalls ein Bruch; alſo $\sin\alpha$ ſehr klein, $\sin\alpha = \alpha$, und $\cos\alpha$ ſehr nahe gleich 1; zuſammen: $\cos\alpha = 1$; $\sin\alpha = \alpha$; $\delta^2 = 0$.

Aus (5) folgt:

$$Q = \mu \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \frac{r^2\pi}{4} \cdot \alpha \cdot 2$$
$$= \mu \frac{r^2\pi}{2} \cdot \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \alpha,$$

damit werden die Gleichungen (12), zunächſt die erſte derſelben

$$A\frac{dp}{dt} - (A - C)aq = \mu\frac{r^2\pi}{2}\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \alpha \cdot \left(\frac{\frac{3}{8}hr\pi + h^2 tg\frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}r\pi + 2h\,tg\frac{\alpha}{2}} - h_1\right)$$
$$\cdot \frac{\vartheta\cos at - \psi\sin at + \cos at \cdot \delta}{\alpha \cdot \sqrt{1 + \delta^2}}$$

oder da ſich α im Nenner und Zähler hebt, $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ gleich

$$\frac{v^2 + v^2\delta^2}{(1 + v\sigma t)^2} = \frac{v^2}{(1 + v\sigma t)^2}(1 + \delta^2) = \frac{v^2}{(1 + v\sigma t)^2} \text{ iſt und}$$

$$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{\sin\alpha}{1 + \cos\alpha} = \frac{\alpha}{2}, \text{ hat man}$$

$$(20)\left\{\begin{aligned} &A\frac{dp}{dt} - (A - C)aq = \frac{\mu v^2 r^2\pi}{2(1 + v\sigma t)^2} \cdot \left(\frac{\frac{3}{4}hr\pi + h^2\alpha}{\frac{3}{4}r\pi + 2h\alpha} - h_1\right) \\ &\qquad (\vartheta\cos at - \psi\sin at + \cos at \cdot \delta), \\ &\text{analog die zweite Gleichung} \\ &A\frac{dq}{dt} + (A - C)ap = -\frac{\mu v^2 r^2\pi}{2(1 + v\sigma t)^2}\left(\frac{\frac{3}{4}hr\pi + h^2\alpha}{\frac{3}{4}r\pi + 2h\alpha} - h_1\right) \\ &\qquad (\vartheta\sin at + \psi\cos at + \sin at \cdot \delta). \end{aligned}\right.$$

Hier drückt $z_1 = \dfrac{\frac{3}{4}hr\pi + h^2\alpha}{\frac{3}{4}r\pi + 2h\alpha} - h_1$ die Beziehung zwiſchen der

z_1-Koordinate des Angriffspunkts der Reſultante und dem Winkel zwiſchen Geſchoßaxe und Tangente aus. Wie oben angeführt, hat Herr Kummer über dieſe Beziehung phyſikaliſche Verſuche angeſtellt, mittelſt eines eigens dafür konſtruirten Apparats, welcher in der genannten Abhandlung ausführlich beſchrieben iſt; die Beziehung wurde graphiſch aufgetragen; die Kurven zeigen, daß die obige Relation mit derjenigen, welche die Verſuche geben, wenig übereinſtimmt; dagegen für kleine Werthe jenes Winkels zwiſchen Axe und Richtung des Luftdrucks, wie ſie oben angenommen ſind, deckt ſich der Werth von z_1 ſehr genau mit dem Werth, den man erhält, wenn man im Nenner und Zähler des Ausdrucks die zweiten Glieder nicht hinzunimmt, ſo daß $z_1 = \dfrac{\frac{3}{4} hr\pi}{\frac{3}{4} r\pi} - h_1$;

$z_1 = h - h_1$; danach ſind

$$\left.\begin{aligned} \frac{dp}{dt} - \varrho a q &= f \cdot (\vartheta \cos at - \psi \sin at + \cos at \cdot \delta) \\ \frac{dq}{dt} + \varrho a q &= -f \cdot (\vartheta \sin at + \psi \cos at + \sin at\, \delta), \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (21)$$

wo $\varrho = \dfrac{A - C}{A}$; $f = \dfrac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A(1 + v\sigma t)^2}$

die zu integrirenden Gleichungen der Rotationsbewegung. Zu dieſen kommen die ſchon angeführten Gleichungen (3a) oder jetzt

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\psi}{dt} &= - p \sin at - q \cos at \\ \frac{d\vartheta}{dt} &= p \cos at - q \sin at \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (22)$$

Aus (21) und (22) iſt p und q zu eliminiren und ϑ und ψ als Funktion der Zeit zu beſtimmen. Leichter geſchieht die Integration der Gleichungen in (21) und (22) gemeinſchaftlich nach bekannten Methoden.

Folgende Ausdrücke mögen Integrale für p, q, ϑ, ψ vorſtellen, darin $P\, Q\, \Theta\, \Psi\, p_1\, q_1\, \vartheta_1\, \psi_1$ willkürliche Funktionen, die noch näher zu beſtimmen ſind:

$$\left.\begin{aligned} p &= P \cos at + Q \sin at + p_1 \qquad & \vartheta &= \Theta \cos at + \Psi \sin at + \vartheta_1 \\ q &= Q \cos at - P \sin at + q_1 \qquad & \psi &= \Psi \cos at - \Theta \sin at + \psi_1; \end{aligned}\right\} \quad (23)$$

ähnlich wie in den Gleichungen der Optik ſetzt man dieſe vorläufig angenommenen Ausdrücke ein, vergleicht die Koeffizienten von cos at, sin at ... der Null und erhält damit eine Reihe von neuen Beſtimmungsgleichungen für die Größen P, Q ... Setzt man ein, ſo heben ſich die Quadrate und Produkte der sin und cos weg; ferner werden die Koeffizienten des cos in 21(a) und des sin in 21(b), ſowie die des sin in 21(a) und des cos in 21(b), analog in (22) mit einander identiſch, und man erhält folgende 8 Beſtimmungsgleichungen, welche der Reihe nach aus dem Nullſetzen der Koeffizienten 1) des cos in 21(a) oder des sin in 21(b), 2) des cos in 21(b) oder des sin in 21(a), 3) des cos in 22(a) oder des sin in 22(b), 4) des cos in 22(b) oder des sin in 22(a), und 5) bis 8) aus dem Nullſetzen der von trigonometriſchen Funktionen freien Glieder aller 4 Gleichungen folgen:

$$1)\quad \frac{dP}{dt} + Q \cdot a - \varrho Q a = f \cdot (\vartheta_1 + \delta)$$

$$2)\quad \frac{dQ}{dt} - Pa + \varrho Pa = - f \cdot \psi_1$$

$$3)\quad \frac{d\Psi}{dt} - \Theta \cdot a = - q_1$$

$$4)\quad \frac{d\Theta}{dt} + \Psi \cdot a = p_1$$

$$5)\quad \frac{dp_1}{dt} - \varrho a q_1 = f \cdot \Theta$$

$$6)\quad \frac{dq_1}{dt} + \varrho a p_1 = - f \cdot \Psi$$

$$7)\quad \frac{d\psi_1}{dt} = - Q$$

$$8)\quad \frac{d\vartheta_1}{dt} = P$$

In den 4 erſten Gleichungen iſt reſp. $\frac{dP}{dt}, \frac{dQ}{dt}, \frac{d\Psi}{dt}, \frac{d\Theta}{dt}$ in Folge des Werthes von a (= 744) klein gegen Qa, Pa, Θa, Ψa, alſo hat man

$$(24) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \left\{ \begin{aligned} Q &= \frac{f \cdot (\vartheta_1 + \delta)}{a(1-\varrho)} \\ P &= \frac{f \cdot \psi_1}{a(1-\varrho)} \\ \Theta &= \frac{q_1}{a} \\ \Psi &= \frac{p_1}{a} \end{aligned} \right.$$

womit die 4 letzten Gleichungen werden:

$$\left.\begin{array}{l|l} \frac{dp_1}{dt} = q_1\left(\varrho a + \frac{f}{a}\right) & \frac{d\psi_1}{dt} = -\frac{f\cdot(\vartheta_1+\delta)}{a(1-\varrho)} \\ \frac{dq_1}{dt} = -p_1\left(\varrho a + \frac{f}{a}\right) & \frac{d\vartheta_1}{dt} = \frac{f\cdot\psi_1}{a(1-\varrho)} \end{array}\right\} \quad . \; . \quad (25)$$

Dieſe 4 Beſtimmungs- und Hülfsgleichungen (25) ſind wiederum Differentialgleichungen erſter Ordnung, mit den Unbekannten $p_1 q_1 \psi_1 \vartheta_1$. Denkt man ſich für einen Augenblick in der dritten δ weggelaſſen, ſo haben die zwei letzten dieſelbe Form wie die zwei erſten. Die zwei erſten liefern:

$$p_1\,dp_1 + q_1\,dq_1 = o, \text{ alſo } p_1{}^2 + q_1{}^2 = \text{const.}$$

$$q_1\frac{dp_1}{dt} - p_1\frac{dq_1}{dt} = \left(\varrho a + \frac{f}{a}\right)(p_1{}^2 + q_1{}^2), \text{ oder}$$

$$\frac{q_1\frac{dp_1}{dt} - p_1\frac{dq_1}{dt}}{p_1{}^2 + q_1{}^2} = \varrho a + \frac{f}{a}, \text{ integrirt}$$

$$\operatorname{arctg}\frac{p_1}{q_1} = \varrho a t + \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A(1 + v\sigma t)a}\cdot t + \text{constans } S$$

oder, wenn zur Abkürzung

$$\pi_1 = \varrho a t + \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)\,t}{2A(1 + v\sigma t)a}$$

$$\operatorname{arctg}\frac{p_1}{q_1} = \pi_1 + S$$

$$\frac{p_1}{q_1} = \operatorname{tg}(\pi_1 + S) = \frac{\sin(\pi_1 + S)}{\cos(\pi_1 + S)} = \frac{\sin\pi_1\,C + \cos\pi_1\,D}{\cos\pi_1\,C - \sin\pi_1\,D}$$

wobei $\cos S_1$ und $\sin S_1$ gleich zwei anderen (feſten) Konſtanten geſetzt wurden, deren Beſtimmung ſich unten aus dem Anfangszuſtand ergeben wird. Alſo ſind die Ausdrücke von p_1 und q_1:

$$\left.\begin{array}{l} p_1 = C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1 \\ q_1 = C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1; \text{ und nach der angeführten Analogie} \\ \vartheta_1 = A\sin\pi_2 + B\cos\pi_2 \\ \psi_1 = A\cos\pi_2 - B\sin\pi_2 \quad \text{ebenfalls Integrale für } \vartheta_1 \text{ und} \end{array}\right\} \quad (26)$$

ψ_1, wobei jedoch A, B und π_2 zunächſt noch unbekannte Funktionen ſind, welche durch Einſetzung der Ausdrücke von ϑ_1 und ψ_1 in (25) ſich ergeben werden; man erhält:

$$\frac{dA}{dt}\cos\pi_2 - \frac{dB}{dt}\sin\pi_2 - A\sin\pi_2\frac{d\pi_2}{dt} - B\cos\pi_2\frac{d\pi_2}{dt}$$

$$= \frac{-f\cdot(A\sin\pi_2 + B\cos\pi_2 + \delta)}{a(1-\varrho)}$$

$$\frac{dA}{dt}\sin\pi_2 + \frac{dB}{dt}\cos\pi_2 + A\cos\pi_2\frac{d\pi_2}{dt} - B\sin\pi_2\frac{d\pi_2}{dt}$$
$$= \frac{+f\cdot(A\cos\pi_2 - B\sin\pi_2)}{a(1-\varrho)}.$$

Dieſe Gleichungen werden befriedigt, wenn man erſtens ſetzt:

$$\begin{cases} \frac{dA}{dt}\cos\pi_2 - \frac{dB}{dt}\cdot\sin\pi_2 = \frac{-f\delta}{a(1-\varrho)} \\ \frac{dA}{dt}\sin\pi_2 + \frac{dB}{dt}\cos\pi_2 = o \end{cases}$$

und zweitens π_2 derartig beſtimmt, daß $\frac{d\pi_2}{dt}$ und $\frac{f}{a(1-\varrho)}$, als beiderſeitiger Faktor von $A\sin\pi_2$ reſp. $A\cos\pi_2$, ſich aufheben; d. h. ſo, daß

$$\frac{d\pi_2}{dt} = \frac{f}{a(1-\varrho)}$$

$$\pi_2 = \int\frac{fdt}{a(1-\varrho)} = \int\frac{\mu v^2 r^2 \pi(h-b_1)\cdot dt}{2Aa(1-\varrho)(1+v\sigma t)^2}$$

(27) . . . $\pi_2 = \frac{\mu v^2 r^2 \pi(h-b_1)t}{2A(1+v\sigma t)\cdot a}$.

Die Konſtante mußte nämlich ſo beſtimmt werden, daß für $t = o$ auch $\pi_2 = o$ wird, damit es (cf. 26) möglich iſt, ψ_1 für $t = o$ und damit (cf. 23) ψ für $t = o$ zu Null werden zu laſſen, ohne daß ψ und ϑ ſtets $= o$ iſt. Ferner wurde ſtatt $1-\varrho$ einfach die Einheit geſetzt, wie auch in der Folge geſchehen wird; die Berechtigung dafür zeigt die unten durchgeführte Berechnung. — Andererſeits liefern die beiden Beſtimmungsgleichungen für $\frac{dA}{dt}$ und $\frac{dB}{dt}$:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{-f.\delta.\cos\pi_2}{a};\quad \frac{dB}{dt} = \frac{f.\delta.\sin\pi_2}{a}, \text{ integrirt}$$

(28) . . $A = A_1 - \int\frac{f.\delta.\cos\pi_2}{a}; B = B_1 + \int\frac{f.\delta.\sin\pi_2}{a}$

$A_1 B_1$ zwei (feſte) Konſtanten, die unten beſtimmt werden.

Mittelſt der Werthe π_2 (27), A und B (28) ſind diejenigen von $p_1 q_1 \vartheta_1 \psi_1$ (26), damit die Ausdrücke $P\,Q\,\Theta\,\Psi$ (24) und in

Folge deſſen die geſuchten Größen der Rotationsbewegung $p\,q\,\vartheta\,\psi$ als Funktionen der Zeit beſtimmt; es wird

$$Q = \frac{f}{a}(A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta)$$

$$P = \frac{f}{a}(A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2)$$

$$\Theta = \frac{C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1}{a}$$

$$\Psi = \frac{C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1}{a}; \text{ damit}$$

$$\left.\begin{aligned} p &= C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1 + \frac{f}{a}\Big\{(A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2) \cos at \\ &\qquad + (A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta) \sin at\Big\} \\ q &= C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1 + \frac{f}{a}\Big\{(A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta) \cos at \\ &\qquad - (A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2) \sin at\Big\} \end{aligned}\right\}$$

oder

$$\left.\begin{aligned} p &= C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1 + \frac{f \cdot \delta \cdot \sin at}{a} \\ &\quad + \frac{f}{a}\Big\{\Big(A_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a}\Big) \cos(at - \pi_2) \\ &\quad + \Big(B_1 + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\Big) \sin(at - \pi_2)\Big\} \\ q &= C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1 + \frac{f \cdot \delta \cdot \cos at}{a} \\ &\quad + \frac{f}{a}\Big\{-\Big(A_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a}\Big) \sin(at - \pi_2) \\ &\quad + \Big(B_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\Big) \cos(at - \pi_2)\Big\} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \quad (29)$$

ferner

$$\begin{cases} \vartheta = \dfrac{C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1}{a}\cdot\cos at + \dfrac{C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1}{a}\cdot\sin at \\ \qquad + A\sin\pi_2 + B\cos\pi_2 \\ \psi = \dfrac{C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1}{a}\cdot\cos at - \dfrac{C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1}{a}\cdot\sin at \\ \qquad + A\cos\pi_2 - B\sin\pi_2 \end{cases}$$

oder

$$(30) \quad \ldots \quad \begin{cases} \vartheta = \dfrac{C\cos(at-\pi_1) + D\sin(at-\pi_1)}{a} \\ \qquad + \left(A_1 - \displaystyle\int\frac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2\,dt}{a}\right)\sin\pi_2 \\ \qquad + \left(B_1 + \displaystyle\int\frac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2\,dt}{a}\right)\cos\pi_2 \\ \psi = -\dfrac{C\sin(at-\pi_1) + D\cos(at-\pi_1)}{a} \\ \qquad + \left(A_1 - \displaystyle\int\frac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2\,dt}{a}\right)\cos\pi_2 \\ \qquad - \left(B_1 + \displaystyle\int\frac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2\,dt}{a}\right)\sin\pi_2 \end{cases}$$

Die Konſtanten A_1 B_1 C D werden durch den Anfangszuſtand beſtimmt; im Anfang der Bewegung, beim Austritt der Granate aus dem Rohr, hat dieſelbe eine gewiſſe Geſchwindigkeit der Translation v und der Rotation; die Anfangsrichtung der Tangente liegt in der xz-Ebene, und da bei den Hinterladern der Bleimantel des Geſchoſſes ſtark in die Züge hineingepreßt wird, ſo iſt dadurch eine ſichere Führung im Rohr gegeben, und ſind ſeitliche Verſchiebungen des Geſchoſſes oder Rotationen um andere Axen als die Seelenaxe ausgeſchloſſen, alſo iſt für $t = o$: $p = o$; $q = o$; $\psi = o$; $\vartheta = -e$; $\delta = e$; $\pi_1 = o$, $\pi_2 = o$; zuſammengefaßt:

$$\text{für } t = o:\ p = o,\ q = o,\ \psi = o,\ \vartheta = -e$$
$$\pi_1 = o,\ \pi_2 = o;\ \delta = e$$

aus (29) und (30) wird:

$$o = D + \frac{f \cdot A_1}{a}$$

$$o = C + \frac{f \cdot e}{a} + \frac{f \cdot B_1}{a}$$

$$-e = \frac{C}{a} + B_1$$

$$o = \frac{D}{a} + A_1$$

daraus

$$\left.\begin{array}{lll} A_1\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = o & \text{alſo} \ldots & A_1 = o \\ D\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = o & \text{"} & D = o \\ B_1\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = -e - \frac{fe}{a^2} & \text{"} & B_1 = -e \\ C\left(1-\frac{f}{a^2}\right) + \frac{fe}{a} = \frac{fe}{a} & \text{"} & C = o \end{array}\right\} \quad . \; . \; (31)$$

alſo

$$p = \frac{f \cdot \delta \cdot \sin at}{a} + \frac{f}{a}\left\{ -\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \cos(at - \pi_2) + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \cdot \sin(at - \pi_2) \right\}$$

$$q = \frac{f \cdot \delta \cdot \cos at}{a} + \frac{f}{a}\left\{ +\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \sin(at - \pi_2) + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \cdot \cos(at - \pi_2) \right\}$$

$$\vartheta = -\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \sin \pi_2 + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \cos \pi_2$$

$$\psi = -\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \cos \pi_2 + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \sin \pi_2 ;$$

oder kürzer:

$$\left.\begin{array}{l} p = \frac{f}{a}\left\{\delta \sin at - (e - J_1) \sin(at - \pi_2) - J \cos(at - \pi_2)\right\} \\ q = \frac{f}{a}\left\{\delta \cos at - (e - J_1) \cos(at - \pi_2) + J \sin(at - \pi_2)\right\} \end{array}\right\} \; . \; (32)$$

ferner

$$\begin{cases} \vartheta = \dfrac{C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1}{a}\cdot\cos at + \dfrac{C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1}{a}\cdot\sin at \\ \qquad + A\sin\pi_2 + B\cos\pi_2 \\ \psi = \dfrac{C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1}{a}\cdot\cos at - \dfrac{C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1}{a}\cdot\sin at \\ \qquad + A\cos\pi_2 - B\sin\pi_2 \end{cases}$$

oder

$$(30)\quad \ldots \begin{cases} \vartheta = \dfrac{C\cos(at-\pi_1) + D\sin(at-\pi_1)}{a} \\ \qquad + \left(A_1 - \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2\,dt}{a}\right)\sin\pi_2 \\ \qquad + \left(B_1 + \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2\,dt}{a}\right)\cos\pi_2 \\ \psi = -\dfrac{C\sin(at-\pi_1) + D\cos(at-\pi_1)}{a} \\ \qquad + \left(A_1 - \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2\,dt}{a}\right)\cos\pi_2 \\ \qquad - \left(B_1 + \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2\,dt}{a}\right)\sin\pi_2 \end{cases}$$

Die Konſtanten $A_1\ B_1\ C\ D$ werden durch den Anfangszuſtand beſtimmt; im Anfang der Bewegung, beim Austritt der Granate aus dem Rohr, hat dieſelbe eine gewiſſe Geſchwindigkeit der Translation v und der Rotation; die Anfangsrichtung der Tangente liegt in der xz-Ebene, und da bei den Hinterladern der Bleimantel des Geſchoſſes ſtark in die Züge hineingepreßt wird, ſo iſt dadurch eine ſichere Führung im Rohr gegeben, und ſind ſeitliche Verſchiebungen des Geſchoſſes oder Rotationen um andere Axen als die Seelenaxe ausgeſchloſſen, alſo iſt für $t = o$: $p = o$; $q = o$; $\psi = o$; $\vartheta = -e$; $\delta = e$; $\pi_1 = o$, $\pi_2 = o$; zuſammengefaßt:

$$\text{für } t = o:\ p = o,\ q = o,\ \psi = o,\ \vartheta = -e$$
$$\pi_1 = o,\ \pi_2 = o;\ \delta = e$$

aus (29) und (30) wird:

$$o = D + \frac{f \cdot A_1}{a}$$

$$o = C + \frac{f \cdot e}{a} + \frac{f \cdot B_1}{a}$$

$$-e = \frac{C}{a} + B_1$$

$$o = \frac{D}{a} + A_1$$

daraus

$$\left.\begin{array}{lll} A_1\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = o & \text{alſo} \ldots & A_1 = o \\ D\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = o & ” & D = o \\ B_1\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = -e - \frac{fe}{a^2} & ” & B_1 = -e \\ C\left(1-\frac{f}{a^2}\right) + \frac{fe}{a} = \frac{fe}{a} & ” & C = o \end{array}\right\} \quad . \ . \ (31)$$

alſo

$$p = \frac{f \cdot \delta \cdot \sin at}{a} + \frac{f}{a}\left\{-\int\frac{f \cdot \delta \cdot \cos\pi_2\, dt}{a} \cdot \cos(at - \pi_2) + \left(-e + \int\frac{f \cdot \delta \cdot \sin\pi_2\, dt}{a}\right) \cdot \sin(at - \pi_2)\right\}$$

$$q = \frac{f \cdot \delta \cdot \cos at}{a} + \frac{f}{a}\left\{+\int\frac{f \cdot \delta \cdot \cos\pi_2\, dt}{a} \cdot \sin(at - \pi_2) + \left(-e + \int\frac{f \cdot \delta \cdot \sin\pi_2\, dt}{a}\right) \cdot \cos(at - \pi_2)\right\}$$

$$\vartheta = -\int\frac{f \cdot \delta \cdot \cos\pi_2\, dt}{a} \cdot \sin\pi_2 + \left(-e + \int\frac{f \cdot \delta \cdot \sin\pi_2\, dt}{a}\right)\cos\pi_2$$

$$\psi = -\int\frac{f \cdot \delta \cdot \cos\pi_2\, dt}{a} \cdot \cos\pi_2 + \left(-e + \int\frac{f \cdot \delta \cdot \sin\pi_2\, dt}{a}\right)\sin\pi_2;$$

oder kürzer:

$$\left.\begin{array}{l} p = \frac{f}{a}\left\{\delta \sin at - (e - J_1)\sin(at - \pi_2) - J\cos(at - \pi_2)\right\} \\ q = \frac{f}{a}\left\{\delta \cos at - (e - J_1)\cos(at - \pi_2) + J\sin(at - \pi_2)\right\} \end{array}\right\} . \ (32)$$

$$(33) \quad \ldots\ldots \quad \begin{cases} \vartheta = -[J \sin \pi_2 + (e - J_1) \cos \pi_2] \\ \psi = -[J \cos \pi_2 - (e - J_1) \sin \pi_2] \end{cases}$$

wobei

$$\begin{cases} J = \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} = \int \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A (1 + v\sigma t)^2} \cdot (e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2) \\ \qquad \cdot \frac{\cos \pi_2 \, dt}{a} \\ J_1 = \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a} \end{cases}$$

Die nähere Betrachtung von p und q würde die periodiſchen Bewegungen der augenblicklichen Drehaxe ergeben. Hier handelt es ſich hauptſächlich um die Bewegungen der Geſchoßaxe, alſo um ϑ und ψ. Deren Integrale $J\ J_1$ ſind näherungsweiſe zu ermitteln und dann mit Hülfe von ϑ und ψ die Werthe von $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ zu vervollſtändigen und die Abweichung y zu berechnen. Nachdem dies geleiſtet, ſoll die berechnete Abweichung mit der beobachteten verglichen und endlich die wirklich ſtattfindende Rotationsbewegung der Geſchoßaxe unterſucht werden.

§ 4.

Integration der Bewegungsgleichungen des Schwerpunkts.

Die Integrale J und J_1 erhält man folgendermaßen: es iſt

$$J = \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a}; \quad f = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A (1 + v\sigma t)^2}; \quad \pi_2 = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1) t}{2Aa (1 + v\sigma t)}$$

$$\delta = e + \gamma^1 - \gamma^1 (1 + v\sigma t)^2$$

oder wenn zur Abkürzung geſetzt wird

$$\varrho_1 = \frac{Aa}{vm (h - h_1)}$$

ſo wird, da $\frac{\mu r^2 \pi}{2m} = \sigma$; $\pi_2 = \frac{v\sigma t}{\varrho_1 (1 + v\sigma t)}$; $f = \frac{v\sigma a}{\varrho_1 (1 + v\sigma t)^2}$;

alſo $J = \int \frac{\delta \cdot \cos \pi_2 \cdot v\sigma a}{\varrho_1 \, a (1 + v\sigma t)^2} dt$;

aber $\frac{d\pi_2}{dt} = \frac{v\sigma}{\varrho_1 (1+v\sigma t)^2}$ oder $v\sigma \cdot dt = \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 \cdot d\pi_2$, alſo

$$J = \int \frac{\delta \cos\pi_2 \cdot a \cdot}{\varrho_1\, a\, (1+v\sigma t)^2} \cdot \varrho_1 (1+v\sigma t)^2\, d\pi_2 = \int \delta \cos\pi_2\, d\pi_2;$$

$$\left\{\begin{array}{l} J = \int \delta \cos\pi_2\, d\pi_2 = \int (e+\gamma_1-\gamma_1 (1+v\sigma t)^2) \cos\pi_2\, d\pi_2 \\ J_1 = \int \delta \sin\pi_2\, d\pi_2 = \int (e+\gamma_1-\gamma_1 (1+v\sigma t)^2) \sin\pi_2 \cdot d\pi_2 \end{array}\right\}; \text{ integrirt}$$

$$J = (e+\gamma_1) \sin\pi_2 - \gamma_1 \int (1+v\sigma t)^2 \cos\pi_2\, d\pi_2$$

dabei iſt von $\pi_2 = o$, entſprechend $t = o$, an zu integriren, damit (cf. 33) im Anfang der Bewegung $\vartheta = -e$, $\psi = o$ ſein kann. Durch wiederholte partielle Integration wird

$$\begin{aligned} \int (1+v\sigma t)^2 \cos d\pi_2 &= (1+v\sigma t)^2 \sin\pi_2 - \int 2 (1+v\sigma t)\, v\sigma \cdot dt \cdot \sin\pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin\pi_2 - \int 2\, \varrho_1 (1+v\sigma t)^3 \sin\pi_2 \cdot d\pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin\pi_2 - 2\, \varrho_1 (1+v\sigma t)^3 (1-\cos\pi_2) \\ &\qquad - \int 2 \cdot 3 \cdot \varrho_1 (1+v\sigma t)^2\, v\sigma dt \cdot \cos\pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin\pi_2 - 2\, \varrho_1 (1+v\sigma t)^3 (1-\cos\pi_2) \\ &\qquad - \int 2 \cdot 3 \cdot \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^4 \cos\pi_2\, d\pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin\pi_2 - 2\, \varrho_1 (1+v\sigma t)^3 (1-\cos\pi_2) \\ &\qquad - 2 \cdot 3 \cdot \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^4 \sin\pi_2 + \cdots \\ &\text{u. ſ. f.} \\ &= (1 - 2 \cdot 3\, \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^2 + \cdots) (1+v\sigma t)^2 \sin\pi_2 \\ &\qquad - (2 - 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^2 + \cdots) \\ &\qquad \cdot \varrho_1 \cdot (1+v\sigma t)^3 (1-\cos\pi_2) \cdot \end{aligned}$$

analog J_1; mit Weglaſſung der kleinen Brüche ϱ_1^2, ϱ_1^3 ꝛc. wird ſomit

$$(34)\quad \left\{\begin{aligned} J &= (e+\gamma_1)\sin\pi_2 - \gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1 \\ &\qquad (1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_2) \\ J_1 &= (e+\gamma_1)(1-\cos\pi_2) - \gamma_1(1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_2) \\ &\qquad - 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 \end{aligned}\right.$$

Dieſe Ausdrücke in ϑ und ψ (33) eingeführt, erhält man letztere in Funktion der Zeit:

$$\begin{aligned} -\vartheta &= [(e+\gamma_1)\sin\pi_2 - \gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2. \\ &\qquad (1-\cos\pi_2)]\cdot\sin\pi_2 \\ &\quad + [e-(e+\gamma_1)(1-\cos\pi_2) + \gamma_1(1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_2) \\ &\qquad + 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2]\cdot\cos\pi_2 \\ -\psi &= [(e+\gamma_1)\sin\pi_2 - \gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2. \\ &\qquad (1-\cos\pi_2)]\cos\pi_2 \\ &\quad - [e-(e+\gamma_1)(1-\cos\pi_2) + \gamma_1(1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_2) \\ &\qquad + 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2]\sin\pi_2 \end{aligned}$$

oder

$$(35)\quad \left\{\begin{aligned} \vartheta &= -e + \gamma_1[(1+v\sigma t)^2-1](1-\cos\pi_2) - 2\varrho_1\gamma_1. \\ &\qquad (1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 \\ \psi &= \gamma_1[(1+v\sigma t)^2-1]\ .\ \sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1. \\ &\qquad (1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_2) \end{aligned}\right.$$

Dies ſind die definitiven Ausdrücke für die beiden Winkel ϑ und ψ, welche zuſammen mit $\varphi = at$ die Stellung der Geſchoß-axe in jedem Augenblick erkennen laſſen. Für $t = o$ iſt $\vartheta = -e$, $\psi = o$, wie der Fall ſein mußte. Mittelſt der erhaltenen Ausdrücke ſind die Gleichungen (17) oder (11) der Translationsbewegung zu ergänzen; nämlich

$$\left\{\begin{aligned} m\,d^2x &= -(a_1 Q\cos\beta + b_1 Q\sin\beta + c_1 Z_1) \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= -(a_2 Q\cos\beta + b_2 Q\sin\beta + c_2 Z_1) \\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= -(a_3 Q\cos\beta + b_3 Q\sin\beta + c_3 Z_1) - mg \end{aligned}\right.$$

in Q und Z_1 [vgl. (5)] iſt $\cos\alpha$ und $\sin\alpha$ enthalten. Nach (19) und flgd. iſt:

$$\cos\alpha = \frac{1-\vartheta\cdot\delta}{\sqrt{1+\delta^2}},\ \text{alſo}\ \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{1-2\,\vartheta\delta}{1+\delta^2}} = \frac{\sqrt{\delta^2+2\,\vartheta\delta}}{1+\delta^2}.$$

Unter den eingeführten Beſchränkungen iſt $\vartheta\cdot\delta$ und δ^2 gegenüber **der** Einheit zu vernachläſſigen, als Produkt und Quadrat von **kleinen** Brüchen, alſo iſt $\cos\alpha = 1$, $\sin\alpha = \sqrt{\delta^2+2\,\vartheta\delta} =$ „α“. **Damit** wird

$$Q = \frac{r^2\pi}{2}\cdot\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2;\ Z_1 = \alpha\left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2.$$

und nach (19) und (15):

$$Q\,(a_1\cos\beta + b_1\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot$$
$$\left\{(\vartheta\sin at + \psi\cos at)\frac{dx}{ds} + \cos at\,\frac{dy}{ds} + \sin at\,\frac{dz}{ds}\right\}\cdot(\vartheta\sin at + \psi\cos at)$$
$$+\left\{(\vartheta\cos at - \psi\sin at)\frac{dx}{ds} - \sin at\,\frac{dy}{ds} + \cos at\,\frac{dz}{ds}\right\}\cdot(\vartheta\cos at - \psi\sin at)$$

analog

$$(Q\,a_2\cos\beta + b_2\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot$$
$$\left\{(\vartheta\sin at + \psi\cos at)\frac{dx}{ds} + \cos at\,\frac{dy}{ds} + \sin at\,\frac{dz}{ds}\right\}\cos at$$
$$-\left\{(\vartheta\cos at - \psi\sin at)\frac{dx}{ds} - \sin at\,\frac{dy}{ds} + \cos at\,\frac{dz}{ds}\right\}\sin at;$$

$Q\,(a_3\cos\beta + b_3\sin\beta) =$ demſelben Ausdruck, nur die Multiplikatoren der größeren Klammern $\cos at$ und $\sin at$ durch $\sin at$ und $\cos at$ erſetzt.

Durch Reduktion und Vernachläſſigung von ϑ^2, ψ^2, $\vartheta\psi$, wie bisher geſchehen, wird — abgeſehen von dem Faktor $\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ —:

$$Q\,(a_1\cos\beta\,b_1 + \sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\left(\vartheta\,\frac{dz}{ds} + \psi\,\frac{dy}{ds}\right)$$
$$Q\,(a_2\cos\beta + b_2\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\left(\psi + \frac{dy}{ds}\right)$$
$$Q\,(a_3\cos\beta + b_3\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\left(\vartheta + \frac{dz}{ds}\right);$$

ferner wird

$$c_1 Z_1 = \frac{r^2 \pi}{2} \cdot 1;\ c_2 Z_1 = -\psi \frac{r^2 \pi}{2};\ c_3 Z_1 = -\vartheta \cdot \frac{r^2 \pi}{2}$$

alſo werden die zu ergänzenden Bewegungsgleichungen der Translation

$$(36) \begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = -\mu \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \left(\frac{r^2 \pi}{2} + R_1\right), & \text{wo } R_1 = \left(\frac{4}{3} hr\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right) \cdot \left(\psi \frac{dy}{ds} + \vartheta \frac{dz}{ds}\right) \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = -\mu \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \left(\frac{r^2 \pi}{2} \cdot \frac{dy}{ds} + R_2\right), & \text{„} \ R_2 = \frac{4}{3} hr\alpha \left(\psi + \frac{dy}{ds}\right) \\ m \frac{d^2 z}{dt^2} = -\mu \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \left(\frac{r^2 \pi}{2} \cdot \frac{dz}{ds} + R_3\right) - mg & \text{„} \ R_3 = \frac{4}{3} hr\alpha \left(\vartheta + \frac{dz}{ds}\right) \end{cases}$$

Die Vergleichung mit (17) zeigt, daß eben dieſe Terme $R_1\ R_2\ R_3$ es ſind, welche oben unberückſichtigt gelaſſen wurden. Die Werthe, welche zu $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{ds}$ in (18) hinzutreten, wenn man die von $\vartheta\, \psi\, \varphi$ abhängigen Terme $R_1\ R_2\ R_3$ berückſichtigt, ſeien ξ, η, ζ; alſo:

$$(37) \quad \ldots \left\{ \frac{dx}{dt} = \frac{v}{1 + v\sigma t} + \xi;\ \frac{dy}{dt} = \eta;\ \frac{dz}{dt} = \frac{v\delta}{1 + v\sigma\tau} + \zeta \right.$$

Damit ſind die Gleichungen (36) von Neuem zu bilden und durch Integration $\xi\, \eta\, \zeta$ zu beſtimmen. Da letztere von ψ und ϑ abhängig und jedenfalls klein ſind, ſo können die Quadrate und Produkte von $\xi\, \eta\, \zeta$ außer Acht gelaſſen werden. Man erhält durch Einſetzen:

$$(38) \begin{cases} -\frac{v^2 \sigma}{(1 + v\sigma\tau)^2} + \frac{d\xi}{dt} + \frac{\mu}{m} \left(\frac{v^2}{(1 + v\sigma t)^2} + \frac{2v\xi}{1 + v\sigma t}\right) \frac{r^2 \pi}{2} + \frac{\mu}{m} \left(\frac{4}{3} hr\alpha \right. \\ \quad \left. + \frac{\pi r^2}{2}\right) \left(\frac{v^2}{(1 + v\sigma t)^2} + \frac{2v\xi}{1 + v\sigma t}\right) \cdot \left(\psi \eta + \vartheta \left(\frac{v\delta}{1 + v\sigma t} + \zeta\right)\right) = 0 \\ \frac{d\eta}{dt} + \frac{\mu}{m} \left(\frac{4}{3} hr\alpha + \frac{r^2 \pi}{2}\right) \frac{v\eta}{1 + v\sigma t} + \frac{\mu v}{m} \left(\frac{v}{(1 + v\sigma t)^2} + \frac{2\xi}{1 + v\sigma t}\right) \\ \qquad \cdot \frac{4}{3} hr\alpha \cdot \psi = 0 \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{v\delta}{1 + \varrho\sigma t} + \zeta\right) + \frac{\mu}{m} \left(\frac{v}{1 + v\sigma t} + \xi\right) \left(\frac{v\delta}{1 + v\sigma t} + \zeta\right) \left(\frac{4}{3} hr\alpha \right. \\ \quad \left. + \frac{r^2 \pi}{2}\right) + \frac{\mu v}{m} \left(\frac{v}{(1 + v\sigma t)^2} + \frac{2\xi}{1 + v\sigma t}\right) \cdot \frac{4}{3} hr\alpha\, \vartheta + g = 0 \end{cases}$$

Im vorliegenden Fall handelt es ſich hauptſächlich um die Seitenabweichung y, alſo um die zweite Gleichung. Hier überwiegt das Glied $\frac{v}{(1+v\sigma t)^2}$ ſehr über $\frac{2\xi}{1+v\sigma t}$, weil v ſehr groß [465000]); letzteres ſei ihm gegenüber vernachläſſigt. Eine Löſung der übrig bleibenden Differentialgleichung mit den Variablen η und t ſei

$$\eta = U \cdot W,$$

ein Produkt zweier paſſend zu beſtimmender Funktionen. Setzt man ein und beſtimmt W ſo, daß der Faktor von U verſchwindet, ſo hat man

$$W' + \frac{\mu}{m}\left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{r^2\pi}{2}\right)\frac{v}{1+v\sigma t} \cdot W = 0$$

Die folgende Integration würde auf große Schwierigkeiten ſtoßen, wollte man ſich an dieſer Stelle nicht geſtatten, den Einfluß des Gliedes $\frac{4}{3}\,hr\,\alpha$ gegenüber von $\frac{r^2\pi}{2}$ zu vernachläſſigen, da α von der Größe des Schußwinkels iſt. Die Integration giebt:

$$\frac{W'}{W} + \frac{\mu r^2\pi}{2m} \cdot \frac{v}{1+v\sigma t} = 0 \text{ oder, da } \frac{\mu r^2\pi}{2m} = \sigma$$

$$\frac{W'}{W} + \frac{v\sigma}{1+v\sigma t} = 0$$

$$\log W + \log(1+v\sigma t) = \text{const} = \log 1$$

$$W = \frac{1}{1+v\sigma t}$$

damit wird der übrige Theil der Gleichung

$$U' \cdot W = -\frac{4\,\mu v^2 hr}{3m} \cdot \frac{\alpha\psi}{(1+v\sigma t)^2}$$

$$U' = -\frac{4\,\mu v^2 hr}{3m} \cdot \frac{\alpha\psi}{1+v\sigma t}$$

$$U = -\frac{4\,\mu v^2 hr}{3m}\int\frac{\alpha\psi}{1+v\sigma t}\,dt;$$

$$\eta = \frac{dy}{dt} = U \,.\, W, \text{ alſo}$$

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{4\mu v^2 hr}{3m\,(1+v\sigma t)} \cdot \int\frac{\alpha \,.\, \psi}{1+v\sigma t}\,dt + \text{Const.}\,C; \text{ ſomit iſt}$$

$$(39) \quad . \quad . \quad y = -\int \frac{4\mu v^2 hr}{3m(1+v\sigma t)} \cdot \left\{ \int \frac{a \, . \, \psi \, dt}{1 + v\sigma t} \right\} . \, dt + C t + C_1$$

die geſuchte Formel für die Seitenabweichung. Die Größen unter dem Integral ſind, den obigen beſchränkenden Annahmen zu Folge, poſitive Größen; alſo deutet das negative Zeichen an, daß die Abweichung nach der rechten Seite ſtattfindet.

Aehnliche Formeln könnte man aus der erſten und dritten Gleichung (38) ziehen (welche übrigens von einander abhängen). Doch ſei dies hier nicht weiter verfolgt.

§ 5.

Berechnung der Seitenabweichung; Vergleichung mit der Beobachtung.

Die beſte Einſicht in die Größe der Seitenabweichung erhält man durch numeriſche Berechnung derſelben für einige Werthe der Zeit t und Vergleichung der berechneten und beobachteten Reſultate.

Der Werth von α in der obigen Formel iſt

$$\sqrt{(\delta^2 + 2\,\vartheta\delta) : (1 + \delta^2)}$$

und derjenige von ψ und ϑ iſt in (35) angegeben. Wie man ſieht, iſt nur eine angenäherte Ausführung des Integrals möglich: es iſt $\cos\alpha = \frac{1 - \vartheta \, . \, \delta}{\sqrt{1+\delta^2}}$; $\vartheta \, . \, \delta$ iſt bei kleinen Flugzeiten ein Produkt zweier kleinen Brüche, deſſen Einfluß gegenüber der Einheit gering iſt; alſo iſt $\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\delta^2}}$; $\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{1+\delta^2}} = \frac{\delta}{\sqrt{1+\delta^2}}$. In ψ mögen die periodiſchen Terme außer Berechnung bleiben. δ iſt gleich $e + \gamma_1 - \gamma_1 . \, (1 + v\sigma t)^2$; γ_1 und $v\sigma$ ſind kleine Brüche; die Flugzeit t wird klein gewählt werden, alſo hebt ſich γ_1 und $\gamma_1 (1 + v\sigma t^2)$ nahezu auf, und δ iſt von der Größe des Schußwinkels e, deſſen Quadrat gegenüber der Einheit ſehr klein iſt. Danach hat man

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{4\mu v^2 hr}{3m(1+v\sigma t)} \cdot \int \frac{\delta \, . \, \psi \, . \, dt}{1 + v\sigma t}$$

$$= -\frac{4\mu v^2 hr}{3m(1+v\sigma t)} \cdot \int e \, . \, 2\,\varrho_1\,\gamma_1\,(1 + v\sigma t)^2 \, . \, dt;$$

integrirt, mit Rückſicht darauf, daß für $t = o$) $\frac{dy}{dt} = o$, wird

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{8\mu v^2 hr\varrho_1\gamma_1}{3m(1 + v\sigma t)v\sigma} \cdot e \cdot \frac{(1 + v\sigma t)^2 - 1}{3}$$

$$y = -\frac{8\mu v^2 hr\varrho_1\gamma_1}{3m\, v\sigma} \cdot \frac{e}{3} \cdot \int\left((1 + v\sigma t)^2 - \frac{1}{1 + v\sigma t}\right) dt$$

und da für $t = o$, $y = o$, erhält man

$$(40) \quad . \quad . \quad y = -\frac{8\mu v^2 hr\varrho_1\gamma_1}{3m\, v^2\sigma^2} \cdot \frac{e}{3} \left\{\frac{(1 + v\sigma t)^3 - 1}{3} - \log(1 + v\sigma t)\right\}$$

als genäherte Abweichungsformel, gültig unter den gemachten Beſchränkungen.

Als Beiſpiel möge die Berechnung für das Geſchoß der leichten Feldkanone C/73 dienen: Die Anfangsgeſchwindigkeit v der Vorwärtsbewegung iſt 465 m; Kaliber des Geſchützes 78,5 mm; Gewicht des Geſchoſſes 5,10 kg; Durchmeſſer deſſelben 78,5 mm; Länge 200 mm. Die Länge des Dralls, d. h. die Länge der Geſchützaxe, welche einem ganzen Umgang der Züge entſpricht, iſt = 50 Kaliber; der Drallwinkel oder der Winkel zwiſchen Geſchützaxe und der in eine Gerade abgerollt gedachten Spirale eines Zugs $= 3\frac{10^\circ}{16}$. Der Abgangsfehlerwinkel von 20′ 17″ iſt zu dem Schußwinkel hinzuzunehmen.

Als Längeneinheit ſoll der mm, als zugehörige Gewichtseinheit das mgr gewählt werden; und die Seitenabweichung werde für zwei Flugzeiten $t = 1$ sec und $t = 2{,}9$ sec berechnet.

Dem Schuß mit der Flugzeit $t = 1$ sec entſpricht ein gewiſſer Schuß- oder Elevationswinkel e, welcher aus den Gleichungen der Translation berechnet werden könnte, aber hier der Kürze wegen ebenfalls der Praxis entnommen wird; er findet ſich gleich $\frac{5^\circ}{16}$. Das Geſchoß ſelbſt iſt als ein Cylinder, von Radius der Grundfläche $r = 39{,}2$ mm und Höhe $h = 160$ mm mit aufgeſetzter Halbkugel von Rad. $r = 39{,}2$ mm angenommen. Im Innern des Geſchoſſes befindet ſich eine Höhlung für das Sprengpulver und die Sprengſtücke; die Mantelfläche des Geſchoßcylinders iſt mit einer Bleiumhüllung verſehen. Um dieſes beides zu berückſichtigen, hat man aus dem bekannten Volumen und dem Gewicht des Ge-

ſchoſſes ſammt Sprengladung das durchſchnittliche ſpezifiſche Gewicht zu berechnen; es wird gleich 5,68.

Die Lage des Schwerpunkts S wird nach der gewöhnlichen Regel für zuſammengeſetzte Körper berechnet; es findet ſich für den Abſtand h_1 des Schwerpunkts vom Boden des Geſchoſſes $h_1 = 93{,}2$ mm, alſo $h - h_1 = 66{,}8$ mm; der Abſtand des Schwerpunkts vom Mittelpunkt des Cylinders iſt 13,2 mm. Das Trägheitsmoment A um den Schwerpunkt für eine Gerade ſenkrecht zur Axe ſetzt ſich aus zwei Theilen zuſammen, bezogen auf den Cylinder und die Halbkugel; es wird:

$$A = B = \left(\frac{r^2}{4} + \frac{h^2}{12} + 13{,}2^2\right) \cdot \frac{r^2 \pi h \cdot 5{,}68}{g} + \left\{\frac{2}{5} r^2 + (160 - 93{,}2)^2\right\} \cdot \frac{2}{3} r^3 \pi \cdot \frac{5{,}68}{g}$$

$A = 1602700$. (Das Trägheitsmoment C giebt eine wenig kleinere Zahl, ſo daß in der That $\varrho = \frac{A - C}{A}$ eine ſehr kleine Zahl iſt gegenüber der Einheit.)

Die Anfangsgeſchwindigkeit a der Rotation findet man aus folgender Ueberlegung: Wenn man ſich das Kurvenſtück eines Zugs, welches einem ganzen Umlauf im Rohr entſpricht, ſammt dem zugehörigen Cylindermantel in eine Ebene abgewickelt denkt, ſo erhält man ein rechtwinkeliges Dreieck; die Hypotenuſe iſt die Abwickelung jenes Kurvenſtücks, und zwar iſt dieſe bei „gleichförmigen" Zügen, wie denen der leichten Feldkanone, eine Gerade; die eine Kathete iſt die zugehörige Länge einer Mantellinie, welche der Höhe des Schraubengangs gleich iſt, alſo die „Dralllänge" D; die andere Kathete iſt die Abwickelung $2r\pi$ der Peripherie eines zur Geſchützaxe ſenkrechten Schnittkreiſes. In dieſem rechtwinkeligen Dreieck verhalten ſich die beiden Katheten D und $2r\pi$ wie die Geſchwindigkeiten, mit welchen ſie einzeln von einem Punkt der Mantelfläche des Geſchoſſes zurückgelegt würden; die erſtere Kathete wird es mit der Translationsgeſchwindigkeit v, die letztere mit der Geſchwindigkeit ra, da a ſelbſt die Winkelgeſchwindigkeit der Rotation vorſtellt; alſo iſt $\frac{2r\pi}{D} = \frac{r \cdot a}{v}$, $a = \frac{2\pi v}{D}$ oder auch, wenn $\varDelta$ der Drallwinkel, alſo $\operatorname{tg} \varDelta = \frac{2r\pi}{D}$,

Digitized by Google

iſt $a = \frac{v \operatorname{tg} \Delta}{r}$; es wird $a = 744{,}3$. Der Koeffizient μ hängt von der Dichte der Luft und des Geſchoſſes ab und iſt wenigſtens innerhalb nicht allzu weiter Grenzen der Schußweiten konſtant. μ wird am beſten aus der Erfahrung beſtimmt, durch Einſetzen aller gemeſſenen Größen in die Gleichungen (18) der Translations-bewegung; dieſe geben quadrirt und addirt: $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{v^2 + v^2\delta^2}{(1 + v\sigma t)^2}$, oder wenn V die Geſchwindigkeit des Geſchoſſes nach der Zeit t darſtellt

$V = \frac{v\sqrt{1 + \delta^2}}{1 + v\sigma t}$; oder da es ſich um eine kleine Flugzeit handelt

$V = \frac{v}{1 + v\sigma t}$, wobei $\sigma = \frac{\mu r^2 \pi}{2m}$; alſo

$$\frac{\mu r^2 \pi}{2m} = \frac{\frac{v}{V} - 1}{vt} = \frac{v - V}{Vvt}; \quad \mu = \frac{2m(v - V)}{Vvt \cdot r^2 \pi}.$$

Die Schußtafeln enthalten für alle Schußweiten von 100 m zu 100 m die Endgeſchwindigkeiten V und die Flugzeiten t; z. B. für 400 m Schußweite wird

$$\mu = \frac{(464\,000 \quad 392\,000) \cdot 2 \cdot 5\,100\,000}{465\,000 \cdot 392\,000 \cdot 1 \cdot 39{,}2^2 \cdot \pi \cdot 9808}, \mu = \frac{1}{11\,710\,000}$$

damit wird $\sigma = \frac{1}{2\,497\,000}$; $v\sigma = v\sigma t = 0{,}186$; $\gamma_1 = \frac{g}{2v\sigma^2} = 0{,}0454$

$$\varrho_1 = \frac{aA}{vm(h - h_1)} = \frac{744{,}3 \cdot 9808 \cdot 1\,602\,700}{465\,000 \cdot 5\,100\,000 \cdot 66{,}8}; \varrho_1 = 0{,}0746.$$

$$\frac{8\mu h r \varrho_1 \gamma_1}{3m\sigma^2} = 58\,660; \ \log(1 + v\sigma t) = 0{,}1706.$$

$$y = -61{,}59 \text{ mm}$$

für $t = 2{,}9$ sec iſt der Elevationswinkel $1\frac{11^\circ}{16}$; es wird

$$y = -1143{,}90 \text{ mm}.$$

Die Seitenabweichungen für die Flugzeiten 1 sec und 2,9 sec ſind alſo reſp. 61,59 mm und 1143,90 mm und gehen auf Grund des eingeführten Koordinatenſyſtems beidemal nach der rechten Seite der xz-Ebene.

Damit ſind die Reſultate der Beobachtung zu vergleichen. Die Schußtafeln der Artillerie geben für alle Wurfweiten

in dem Intervall von 100 m die Elevationen, Auffallwinkel, Endgeſchwindigkeiten, Flugzeiten, die Seitenverſchiebungen des Viſirs am Geſchütz in $\frac{1}{16}$ Graden und die Angabe, um wieviel jedesmal eine ſolche Seitenverſchiebung von einem ſechszehntel Grad den Treffpunkt nach der Seite verlegt. Durch Multiplikation der zwei letzteren Angaben erhält man die Seitenabweichung ſelbſt; ſo entſprechen den Schußweiten 500 m, 600 m, 700 m, 800 m, 900 m, 1000 m, 1100 m die Flugzeiten 1,3 sec, 1,5 sec, 1,8 sec, 2,1 sec, 2,3 sec, 2,6 sec, 2,9 sec und die Rechtsabweichungen 0,25 m, 0,35 m, 0,40 m, 0,45 m, 0,50 m, 1,1 m, 1,2 m u. ſ. f. Trägt man die Seitenabweichungen als Funktionen der Zeit graphiſch auf, die Abweichungen etwa als Ordinaten, die Zeiten als Abſciſſen und ergänzt für die Flugzeiten 0 bis 1,3, ſo erhält man eine regel-
Figur 4. mäßig geſchlängelte Kurve, welche ſich raſch von der Abſciſſenaxe erhebt. Die Abweichungen für t = 1 sec und t = 2,9 sec ſind 50 bis 70 mm reſp. 1200 mm, während die Rechnung 61,59 mm reſp. 1143,90 mm ergab. Danach herrſcht zwiſchen Theorie und Beobachtung faſt vollkommene Uebereinſtimmung.

Für größere Flugzeiten gilt die obige Formel nicht mehr, in Folge der eingeführten Beſchränkungen; für ſolche iſt die Formel von Herrn Haupt vorzuziehen, deſſen Werk über die Flugbahnen gezogener Geſchoſſe oben erwähnt iſt.

§ 6.

Die Bewegungen der Geſchoßaxe.

Es bleibt übrig, die Bewegungen der Geſchoßaxe um den Schwerpunkt an der Hand der Ausdrücke von ψ und ϑ zu unterſuchen, welche in (35) als Funktionen der Zeit gefunden ſind.

Der Winkel φ iſt ſtets gleich at, d. h. während der ganzen Bewegung rotirt das Geſchoß mit gleichförmiger Geſchwindigkeit a um ſeine Hauptaxe. — Für ψ und ϑ wurde erhalten

$$\vartheta = -e + \gamma_1 [(1+v\sigma t)^2 - 1](1 - \cos\pi_2) - 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^3 \sin\pi_2$$
$$\psi = \gamma_1 [(1+v\sigma t)^2 - 1] \sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^3(1-\cos\pi^2).$$

Die ſämmtlichen Lagen, welche im Verlauf der Bewegung des Geſchoſſes um ſeinen Schwerpunkt die Geſchoßſpitze einnehmen kann, liegen offenbar alle auf der Kugelfläche, welche mit einem Radius H gleich dem Abſtand der Spitze vom Schwerpunkt um

tzteren beſchrieben wird. Zeichnet man die Durchſchnitte dieſer ugelfläche mit den obigen Koordinatenebenen und mit der durch ie Tangente ST gelegten Vertikalebene, ſo laſſen ſich ϑ und ψ ls krummlinige Koordinaten auf der Kugelfläche betrachten und nit ihrer Hülfe die Lage der Spitze in jedem Augenblick zeichnen.

Den Beobachtungen von Magnus gemäß hebt ſich zuerſt ie Spitze etwas und weicht dann rechts aus. Daſſelbe Reſultat iefert der Ausdruck von ϑ; giebt man der Zeit t und damit π_2 inen kleinen Werth, ſo daß $\sin \pi_2 = \varepsilon$, $\cos \pi_2 = 1$, ſo wird

$$\vartheta = -e - 2\varrho_1\gamma_1 (1 + v\sigma t)^2\alpha;$$

ϑ iſt der Winkel zwiſchen der Sz- und Sz_1-Axe oder vielmehr gleich deſſen Komplement (vgl. 13); dieſer verkleinert ſich gegenüber ſeinem Anfangswerth $90^\circ - e$, alſo hebt ſich die Spitze anfangs.

Ferner werden die Ausdrücke ψ, ϑ wieder dieſelben, wenn $\pi_2 = 2\pi$ geworden iſt; die Geſchoßaxe führt ſomit in periodiſcher Weiſe einfache oder koniſche Pendelungen irgend einer Art aus; die Periode dieſer Bewegung iſt gegeben durch

$$\pi_2 = 2\pi = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)T}{2Aa(1 + v\sigma T)}; \text{ daraus wird}$$

$$\mu v^2 r^2 (h - h_1)T = 4Aa(1 + v\sigma T)$$

$$T = \frac{4Aa}{\mu v^2 r^2 (h - h_1) - 4Av\sigma\alpha}, \text{ und da } \sigma = \frac{\mu r^2 \pi}{2m}$$

$$T = \frac{4Aam}{\mu v^2 r^2 m (h - h_1) - 2Aav\mu r^2 \pi}$$

$$(41) \quad . \;. \;. \quad T = \frac{4Aam}{\mu v r^2 [vm(h - h_1) - 2Aa\pi]}$$

(im obigen Beiſpiel iſt dieſe Periode 4,74 sec). Die Zeitdauer, in der jene periodiſche Bewegung ausgeführt wird, iſt alſo proportional der Maſſe, der Rotationsgeſchwindigkeit und dem Trägheitsmoment um eine ſenkrecht zur Axe durch den Schwerpunkt gelegte Gerade; umgekehrt proportional der Translationsgeſchwindigkeit und dem Quadrat des Kalibers, ſowie dem Ausdruck $vm(h - h_1) - 2Aa\pi$. Das Geſchoß würde unendlich lange Zeit brauchen, um die Pendelung einmal auszuführen, falls $vm(h - h_1) = 2A\pi a$ oder mit Einführung der Dralllänge $D = \frac{2\pi v}{a}$, falls $D = \frac{4\pi^2 A}{m(h - h_1)}$.

Um im Einzelnen den Weg kennen zu lernen, welchen die Geſchoßſpitze während einer dieſer Perioden auf der Kugeloberfläche beſchreibt, hätte man zwiſchen ϑ und ψ die Zeit t zu eliminiren; da aber t auch in π_2 ſich findet, ſo iſt dies in endlicher Form nicht möglich.

Die Projektion p der Geſchoßſpitze auf die Ebene zSy, welche ⊥ zur Sx-Axe ſteht, wird eine gewiſſe Kurve beſchreiben: man erhält dieſe, wenn man den Winkel zwiſchen Sp und Sz mit σ und den Winkel zwiſchen Sz_1 und Sx mit ϱ, die Koordinaten von p bezogen auf die poſitiven Axen Sy und Sz mit $y^1 z^1$ bezeichnet; die Geraden Sz Sp Sz_1 bilden einen rechtwinkligen Dreikant, $\measuredangle\, pSz_1 = 90^\circ - \varrho$; $\measuredangle\, pSz = \sigma$, gezählt von der Sy- zur Sz-Axe; ferner cf. oben $\cos(\measuredangle\, zSz_1) = c_3$; $\cos \measuredangle\, ySz_1 = c_2$, alſo iſt

$$c_2 = \sin\varrho \cdot \sin\sigma; \qquad c_3 = \sin\varrho \cdot \cos\sigma$$

aber $c_2 = -\psi$, $c_3 = -\vartheta$, alſo

$$-\psi = \sin\varrho \cdot \sin\sigma; \quad -\vartheta = \sin\varrho \cdot \cos\sigma$$

$$\sin\varrho = \pm\sqrt{\psi^2 + \vartheta^2}; \quad \mathrm{tg}\,\sigma = \frac{\psi}{\vartheta}; \quad \text{zugleich } \frac{y^1}{z^1} = \mathrm{tg}\sigma.$$

Nun iſt

$$Sp = H \cdot \sin\varrho = \pm H \cdot \sqrt{\psi^2 + \vartheta^2} = \pm H\vartheta\sqrt{1 + \frac{\psi^2}{\vartheta^2}}$$

$$= \pm H\vartheta\sqrt{1 + \mathrm{tg}^2\sigma} = \pm\frac{H\vartheta}{\cos\sigma}, \text{ alſo } \pm Sp \cdot \cos\sigma$$

oder $\pm z^1 = H\vartheta$; ebenſo $Sp = \pm H\psi\sqrt{1 + \frac{\vartheta^2}{\psi^2}} = \pm\frac{H\psi}{\sin\sigma}$, alſo

$\pm y^1 = H\psi$ oder, da wie leicht zu ſehen das obere Zeichen gilt,

$$\left.\begin{aligned} \frac{-z^1}{H} &= -e + \gamma_1\left((1+v\sigma t)^2 - 1\right)(1 - \cos\pi_2) - 2\varrho_1\gamma_1 \\ &\qquad \cdot (1+v\sigma t)^2 \sin\pi^2 \\ \frac{-y^1}{H} &= \gamma_1\left((1+v\sigma t)^2 - 1\right)\sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1 \\ &\qquad \cdot (1+v\sigma t)^2 (1 - \cos\pi_2) \end{aligned}\right\}$$

Dies iſt die Projektion der Bahn der Geſchoßſpitze auf die Ebene y z.

Man kann hier verſchiedene beſtimmte Werthe für t annehmen und $y^1 z^1$ daraus berechnen; auch den graphiſchen Verlauf einer

Kombination von $\sin \pi_2$ und $1 - \cos \pi_2$ unterſuchen und erkennt daraus den allgemeinen Verlauf der Projektion. Berechnet man andererſeits, um die Bahn der Geſchoßſpitze auf der Kugeloberfläche ſelbſt zu finden, der Reihe nach die Werthe von ϑ und ψ, welche dieſe für $\pi_2 = \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3}{4}\pi, \pi \ldots$ haben, alſo für die ſucceſſiven Lagen der Axe während einer ganzen Pendelung, und vergleicht das Wachsthum und die Abnahme der erhaltenen Werthe gegen einander und trägt ſchließlich die numeriſch berechneten Größen von ϑ und ψ graphiſch auf, ſo erhält man mit Sicherheit den Verlauf der Bahn der Geſchoßſpitze im Einzelnen. Es iſt eine Kurve mit drei Blättern, wovon jedes vorhergehende kleiner als das folgende; zuerſt hebt ſich die Spitze; dann weicht ſie ſeitwärts aus, im vorliegenden Fall nach der rechten Seite und ſenkt ſich u. ſ. f. Der Typus der Kurve iſt offenbar der einer Art Epicykloide, deren Wälzungswinkel mit der Zeit t wächſt und deren Blätter ſich fortwährend vergrößern. Die Gleichungen für $y^1 z^1$ haben die Form einer Epicykloide, deren Wälzungswinkel eine Funktion von t iſt.

Außerdem würde mit der Bewegung des Kreiſels Uebereinſtimmung beſtehen: wenn ein Kreiſel in ſchiefer Stellung mit ſeiner unteren Spitze auf eine glatte Fläche geſetzt wird, ſo daß allein die Reaktion der Fläche auf die Spitze wirkt, ſo bleibt der Schwerpunkt in derſelben Vertikalen und die untere Spitze beſchreibt um den Fußpunkt dieſer Vertikalen, eine Roſette mit mehreren Blättern, welche ſich aneinander auſchließen und alle nach der äußeren Seite ihres inneren Begrenzungskreiſes liegen.

Die Bahn der Geſchoßſpitze iſt dabei nicht ſymmetriſch in Beziehung auf die durch die Tangente gelegte Vertikalebene, ſondern der Kegel wird auf der rechten Seite der Vertikalebene zu ſeinem größten Theil, auf der linken nur gegen das Ende einer Periode auf eine Strecke weit beſchrieben.

Da ein ganzer Kegel beſchrieben wird, ſo wäre nach dem in der Einleitung Geſagten zu erwarten, daß der Luftwiderſtand ſtets in dem gleichen Sinn auf die Axe wirkt, alſo die Axe immer über der Tangente bleibt: Die Axe geht wenigſtens hart unter der Tangente durch; denn der cos des Winkels zwiſchen der Sz-Axe und der Tangente iſt $= \frac{dz}{ds} = \frac{dz}{dt} : \frac{ds}{dt} = \delta = e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v_0 t)^2$.

Der cos des Winkels zwiſchen der Sz- und Sz_1-Axe iſt c_3 oder $-\vartheta$: die Axe paſſirt die Vertikalebene etwa in dem Augenblick, welcher $\pi_2 = \frac{3}{2}\pi$ entſpricht, ſo daß $\vartheta = -e + \gamma_1 \left[(1 + v\sigma t)^3 - 1\right] + 2\varrho_1\gamma_1 (1 + v\sigma t)^3$, alſo iſt $-\vartheta$ um $2\varrho_1\gamma_1 \cdot (1 + v\sigma t)^3$ kleiner als δ; alſo der Winkel $\measuredangle (zSz_1) > \measuredangle (zST)$, alſo die Geſchoßaxe unter der Tangente um eine ſehr kleine Größe.

Dieſes Reſultat, daß der Kegel nicht ſymmetriſch liegt in Beziehung auf die Vertikalebene, erklärt ſich ohne Zweifel daraus, daß die Stärke des Luftwiderſtands mit dem Winkel abnimmt, unter welchem er die Axe trifft, da die getroffene Fläche des Geſchoſſes eine kleinere wird. Wenn nun die Geſchoßaxe ſich der Tangente nähert, ſo verringert ſich damit von ſelbſt die Stärke des Luftwiderſtands; dieſe Kraft wirkt in der Richtung der Geſchoßaxe und wird durch den momentan als feſten Drehpunkt zu betrachtenden Schwerpunkt aufgehoben, welcher in der Geſchoßaxe liegt; die ablenkende Kraft, welche die Axe veranlaßte, gemäß dem zweiten Rotationsgeſetz S. 483 den Kegel zu beſchreiben, hat ſomit aufgehört zu wirken, und die Axe kehrt auf kürzerem Wege in die Anfangslage zurück, welche ihr das erſte Rotationsgeſetz zuweiſt. Die graphiſche Darſtellung der Seitenabweichungen zeigt regelmäßige Schwankungen, deren Periode mit dem dritten Theil der obigen Periode der koniſchen Pendelung faſt genau übereinſtimmt; daß dieſe Schwankungen in denjenigen der Geſchoßaxe längs der drei Blätter der obigen Kurve ihren Grund haben, kann zwar nicht behauptet, aber wenigſtens als wahrſcheinlich hingeſtellt werden. Ebenſo kannn nur als Vermuthung ausgeſprochen werden, daß die periodiſchen Stöße oder Töne, die beim Abfeuern von Granaten gehört werden, von kleinen periodiſchen Nutationen der Geſchoßaxe herrühren, welche neben der langſameren koniſchen Pendelung hergehen und in den Formeln von ψ und ϑ auftreten müßten, wenn die Werthe von Q und Z_1 vollkommen genau verwerthet werden könnten.

Die Geſchoßaxe beſchreibt, wie oben ausgeführt, einen vollen Kegel, der faſt zum größten Theil auf der rechten Seite der durch die Flugbahntangente geführten Vertikalebene liegt, und die Spitze des Geſchoſſes eine Leitlinie in Geſtalt einer dreiblätterigen Roſette, welche ſich fortwährend erweitert. Demgegenüber vermuthet Magnus, übrigens nur auf Grund von phyſikaliſchen

Schlüſſen, daß die Axe nach Zurücklegung eines halben Kegels wieder umwendet und auf demſelben Wege in die frühere Lage zurückkehrt; er ſchließt dies daraus, daß die Axe ſo weit unter die Tangente gehe, als ſie vorher darüber war, was aber eine unbewieſene Vorausſetzung iſt; die obige Berechnung hat gezeigt, daß in der Hälfte der koniſchen Pendelung die Axe entweder durch die Tangente ſelbſt oder wenigſtens hart unter ihr durchgeht; und in dieſem Fall mußte auch nach den Schlüſſen von Magnus ein ganzer Kegel beſchrieben werden. Herr Haupt hat halbe Cykloidenpendel gefunden.

Abgeſehen davon, daß die Erſcheinung von halben Kegeln etwas ſehr Auffallendes an ſich haben und der Winkel zwiſchen Axe und Tangente nach der Theorie von Magnus ſchließlich ſehr groß werden würde, entgegen der Erfahrung, ſprechen für die volle Pendelung mit immer größer werdendem Ausſchlag Beobachtungen an Brandgeſchoſſen:

Rutzky, Bewegung und Abweichung der Spitzgeſchoſſe 1861, S. 10: „bei den Schießverſuchen hat es ſich ferner noch gezeigt, daß die als Brandgeſchoſſe hergerichteten und der Form nach den andern ganz gleichen Spitzgeſchoſſe mit der Spitze während des Flugs eine deſto größere Spirale beſchrieben, je näher ſie dem Ende der Flugbahn kamen, was durch den Feuerſtrahl, welcher aus den gegen die Spitze zu befindlichen Oeffnungen hervorbrach, und durch den dadurch verurſachten Rauch beſonders deutlich zu ſehen war."

Aehnlich Fr. Hentſch, Balliſtik der Handfeuerwaffen, 1873, S. 25.

Unerklärt bleibt übrigens, weshalb nicht bei den graphiſchen Darſtellungen der beobachteten Seitenabweichungen ſich größere Schwankungen finden, deren Periode mit derjenigen zuſammenfällt, in welcher der volle Kegel beſchrieben wird (4,7 sec). Es wäre zu erwarten, daß, nachdem der halbe Kegel beſchrieben iſt, die Abweichung nicht mehr wächſt oder abnimmt.

Offenbar iſt noch folgende Urſache von Einfluß auf die Abweichungen: Die an dem rotirenden Geſchoß adhärirende Luft reibt ſich an der umgebenden Luft; es entſtehen ſo Reibungskräfte ſenkrecht zu den Mantellinien des Geſchoßcylinders; die reibende Kraft an der unteren vorderen Hälfte des Geſchoſſes ſucht den vorderen Theil deſſelben um den Schwer-

punkt nach rechts zu drehen, diejenige an der oberen Hälfte nach links; beide würden ſich in ihren Wirkungen aufheben, wenn unten und oben der Zuſtand derſelbe wäre: gegen die Spitze und die untere vordere Fläche prallen die Luftatome direkt an, da die Geſchoßſpitze bei länglichen Geſchoſſen ſich etwas über die Tangente der Flugbahn erhebt; an der unteren Hälfte iſt ſomit die Luft komprimirter als an der oberen; die Reibung wächſt aber jedenfalls mit der Menge der ſich reibenden Luftatome, alſo überwiegt die drehende Kraft der Reibung nach der rechten Seite.

Die Erſcheinung der Seitenabweichung erklärt ſich ohne Zweifel erſt vollkommen, wenn die genannte Urſache zu der koniſchen Pendelung der Geſchoßaxe hinzugenommen wird.

Die Größe des Ausſchlages bei der koniſchen Pendelung oder die Werthe ϑ, ψ hängen vorzugsweiſe von γ_1 oder $\frac{g}{2\sigma v^2}$ oder $\frac{2mg}{2\mu r^2 \pi v^2}$ ab; ſie iſt alſo proportional der Maſſe und umgekehrt proportional dem Quadrat des Kalibers und der Translationsgeſchwindigkeit des Geſchoſſes.

Endlich die reſultirende Abweichung ſelbſt (vgl. 40) iſt proportional dem Ausdruck $\frac{8\mu h r \varrho_1 \gamma_1 e}{9 m \sigma^2}$, oder da $\sigma = \frac{\mu r^2 \pi}{2m}$,

$$\varrho_1 = \frac{aA}{vm(h - h_1)}; \quad \gamma_1 = \frac{g}{2\sigma v^2} = \frac{8\mu h r a A g e}{9m\sigma^2 \cdot vm(h - h_1)\, 2\sigma v^2}$$

$$= \frac{8\mu h r a A g e \cdot 8m^3}{18 m v^3 m (h - h_1) \mu^3 r^6 \pi^3} = \frac{32 h a A g m \cdot e}{9\mu^2 v^3 (h - h_1) r^5 \pi^2},$$

folglich proportional der Maſſe, dem Trägheitsmoment A, der Rotationsgeſchwindigkeit, der Höhe des cylindriſchen Theils des Geſchoſſes und umgekehrt proportional dem Abſtand des Schwerpunkts von der Geſchoßſpitze, der dritten Potenz der Translationsgeſchwindigkeit und der fünften Potenz des Kalibers. Iſt $h - h_1$ negativ, d. h. liegt der Schwerpunkt nahe der Spitze, ſo geht die Seitenabweichung nach der entgegengeſetzten Seite, hier nach links; ebenſo wenn der Sinn der Rotationsgeſchwindigkeit a ſich ändert, d. h. hier, wenn die Züge linksdrehend ſind.

Damit ſind die Reſultate, welche in der Einleitung aufgeführt ſind, durch Rechnung erhalten.

§ 7.

Zuſammenſtellung der erhaltenen Reſultate.

Zum Schluß mögen die gewonnenen Reſultate kurz zuſammengefaßt werden, z. B. für ein deutſches Geſchütz mit Rechtsdrall und einem Geſchoßſchwerpunkt, welcher hinter der Mitte liegt: Das Langgeſchoß, welches das Geſchützrohr verläßt, hat durch die Kraft des Pulvers eine gewiſſe Anfangsgeſchwindigkeit der Vorwärtsbewegung und durch die Züge eine ſolche der Rotation um die Geſchützaxe erhalten. Anfangs ſucht die Geſchoßaxe auf Grund des Prinzips von der Erhaltung der Rotationsebene ihre Richtung beizubehalten. Bald aber entſteht, da die Flugbahn gekrümmt iſt, ein kleiner Winkel zwiſchen der Geſchützaxe und der Flugbahntangente, welche letztere die Richtung der Reſultante des Luftwiderſtands darſtellt. Dieſe letztere greift wegen der zugeſpitzten Form des Langgeſchoſſes die Axe in einem vor dem Schwerpunkt liegenden Punkte an, der ſich übrigens ſelbſt mit jenem Winkel ändert. In Folge deſſen beſchreibt gemäß dem zweiten in § 1 angeführten und oben durch Rechnung abgeleiteten Rotationsgeſetz die Axe einen Kegel um den Schwerpunkt, und zwar, vom Geſchütz aus geſehen, im Sinne des Uhrenzeigers. Die Axe hebt ſich zuerſt etwas, wendet ſich dann rechts und ſenkt ſich; wenn die Axe in die Richtung der Tangente gelangt iſt, wirkt der Luftwiderſtand nicht mehr ſeitlich gegen die Axe; das zweite Rotationsgeſetz verliert ſeine Geltung, und die Axe kehrt vermöge des erſten in ihre alte Lage zurück u. ſ. f. Auf dieſe Weiſe hat der Luftwiderſtand mehr gegen die linke Seite des Geſchoſſes gewirkt, das letztere wird immer mehr aus der urſprünglichen Vertikalebene heraus nach rechts gedrängt. In dieſer Pendelung und in der § 6 angeführten Reibung findet die Seitenabweichung des Geſchoſſes ihre Erklärung. Die innerhalb der gemachten Beſchränkungen berechneten Abweichungen ſtimmen mit den beobachteten genau überein (§ 5).

Die einzelnen hier auftretenden Bewegungen ſind näher folgende: Der Schwerpunkt des Geſchoſſes beſchreibt die doppeltgekrümmte Flugbahn, deren Horizontalprojektion eine einfach gekrümmte Kurve darſtellt, welche ſich von der durch die Geſchützaxe gelegten Vertikalebene raſch entfernt. Irgend ein Punkt des Geſchoſſes führt außerdem zwei relative Bewegungen aus: einmal

rotirt das Geſchoß beſtändig mit großer Geſchwindigkeit um die Längsaxe (Nr. 14); dieſe Axe ſelbſt aber beſchreibt um den Schwerpunkt den oben erwähnten Kegel (33), mit einer dreiblätterigen, ſich fortwährend erweiternden Roſette als Leitlinie. Dieſe Roſette wird z. B. bei dem Geſchoß der leichten Feldkanone C/73 in 4,7 sec einmal umlaufen; die Dauer der Periode iſt proportional der Maſſe des Geſchoſſes, der Rotationsgeſchwindigkeit und dem Trägheitsmoment um eine Gerade durch den Schwerpunkt ſenkrecht zur Axe, umgekehrt proportional der Translationsgeſchwindigkeit und dem Quadrat des Kalibers, ſowie einem gewiſſen Ausdruck (41). Die ſich erweiternde, volle Pendelung findet ſich durch Beobachtungen bei Brandgranaten beſtätigt.*) Auf kleineren Nutationen, welche neben der größeren koniſchen Pendelung hergehen, beruhen möglicherweiſe die periodiſchen Stöße oder Töne, welche beim Abfeuern von Granaten gehört werden.

Die Abweichungen des Geſchoſſes ſind im Weſentlichen proportional der Maſſe, dem Trägheitsmoment um die Längsaxe, der Rotationsgeſchwindigkeit, der Höhe des cylindriſchen Theils und umgekehrt proportional dem Abſtand des Schwerpunkts von der Geſchoßſpitze, der dritten Potenz der Translationsgeſchwindigkeit und der fünften Potenz des Kalibers.

---

*) Bei dieſer Gelegenheit werde auf einen photogrammetriſchen Apparat von Herrn Profeſſor Dr. G. Hauck, Rektor der techniſchen Hochſchule in Berlin, aufmerkſam gemacht, welcher in Verbindung mit den Momentphotographien von Herrn Marny in Paris ermöglichen würde, die geſammte Flugbahn in kontinuirlicher Grundriß- und Aufrißprojektion zu zeichnen; Journal f. rein. u. angew. Mathematik, Band 95, Heft 1, und Verhandlungen der phyſik. Geſellſchaft in Berlin, Sitzungsbericht vom 4. Mai 1883, Nr. 8, S. 43.

Zweiter Abſchnitt.

Unterſuchungen über die vortheilhafteſte Geſtalt der Züge in gezogenen Geſchützen.

§ 8.

Einleitung.

Es iſt bis jetzt nicht gelungen, eine ſolche Geſtalt und Anfangsbewegung der Geſchoſſe zu finden, daß während des ganzen Flugs die Geſchoßaxe mit der Tangente in jedem Punkte der Flugbahn zuſammenfällt. Man ſucht dies wenigſtens annähernd zu erreichen, indem man das Innere des Geſchützrohrs mit Zügen verſieht; durch die Züge ſoll den Geſchoſſen eine Rotation um ihre Längsaxe gegeben und dieſe dadurch nach dem Prinzip von der Erhaltung der Rotationsebene veranlaßt werden, ihre Anfangsrichtung fortwährend beizubehalten, was aus zwei Gründen wünſchenswerth iſt: Erſtens bietet in dieſer Lage das Langgeſchoß dem Luftwiderſtand eine kleine Fläche dar — wenigſtens bei geſtreckten Flugbahnen —, erleidet alſo eine geringe Verminderung der Wurfweite; zweitens wird das Geſchoß verhindert, Rotationen um beliebige andere Axen als die Längsaxe anzunehmen, was unregelmäßige Seitenabweichungen zur Folge haben würde.

Auch dieſer Zweck, wenigſtens die Anfangsrichtung der Axe konſtant zu erhalten, wird nur annähernd erreicht: denn gemäß den Ausführungen des erſten Abſchnittes entfernt ſich eben in Folge der durch die Züge bewirkten Rotation die Axe periodiſch von der Flugbahntangente, indem ſie die oben beſchriebene Pendelung eingeht, deren Ausſchlag ſich mit der Zeit ändert und von der Rotationsgeſchwindigkeit, alſo von dem Drallwinkel abhängt.

Schon aus dem Geſagten iſt zu entnehmen, daß es eine beſtimmte Geſtalt der Züge geben wird, bei welcher die Verhältniſſe des Geſchoſſes im Anfang und im weiteren Verlauf ſeiner Bahn die günſtigſten ſind.

Um dieſe Frage beſtimmter definiren und zergliedern zu können, iſt es nöthig, zuerſt kurz die Kräfte zu unterſuchen, welche beim Abfeuern eines Geſchoſſes im Innern des gezogenen Rohrs ſich entwickeln.

Dieſe ſind, von der Schwerkraft abgeſehen, erſtens der Druck und die Reibung in den Zügen, zweitens die Pulverkraft.

Die Züge ſind, wie bekannt, meiſt rechteckige Rinnen, welche ſchraubenförmig nach der Mündung verlaufen; die entſtehenden Schraubenlinien ſind bei Abwickelung des Cylindermantels, aus welchem der innere Theil des Geſchützlaufes beſteht, in der Mehrzahl der Fälle ſchiefſaufende, unter ſich parallele Geraden; vorübergehend wurden Parabel- und Ellipſenzüge verſucht, aber mit wenig Erfolg. Gegen dieſe Züge wird das Geſchoß gepreßt. Der entſtehende, zu den Zügen ſenkrechte Druck iſt um ſo größer, je größer die Pulverkraft iſt und je flacher die Züge verlaufen; d. h., wenn die Schraubenlinien der Züge, die auf einem gemeinſchaftlichen Cylindermantel aufliegen, mit dieſem in eine Ebene abgewickelt gedacht werden, je größer der Winkel („Drallwinkel") iſt zwiſchen der Tangente in einem beliebigen Punkt einer der abgewickelten Drallkurven und zwiſchen der zugehörigen Mantellinie des Cylinders.

Die Pulverkraft iſt eine ſehr komplizirte Funktion. Sie iſt

a) abhängig von der Zeit. Zu den Pulvergaſen, welche in einem beſtimmten Augenblick entwickelt ſind, kommen durch Verbrennung weiterer Pulvertheile immer neue Mengen hinzu, ſo lange noch nicht alles Pulver verbrannt iſt. Ueber graphiſche Darſtellungen dieſer Abhängigkeit vgl. u. a. Compt. rend. LXXIX.

b) Ferner hängt die Pulverkraft ab von dem Raum, welchen das Geſchoß im Rohr zurückgelegt hat, und damit auch von der ganzen Länge des Rohrs. Denn die Spannung der Pulvergaſe, welche ſich nach allen Seiten auszudehnen ſuchen, wird um ſo größer, je länger das Geſchoß dieſem Beſtreben einen Widerſtand entgegenſetzt, indem es das Rohr nach vorn abſchließt, alſo je länger das Rohr iſt. Andererſeits wird die Pulverkraft wieder dadurch verringert, daß während der Vorwärtsbewegung des Geſchoſſes der Raum hinter demſelben ſich fortwährend und ſehr raſch vergrößert, die Spannung alſo nach dem Mariotte'ſchen Geſetze abnimmt. Endlich wird durch die ſchnelle Volumvergrößerung

die Temperatur der Gaſe erniedrigt und damit ebenfalls die Spannung verkleinert.

Daraus folgt, daß die drückende Kraft zwar in einem Punkt des Rohrs, wo das Geſchoß momentan feſtgehalten gedacht wird, fortwährend wächſt, aber in Beziehung auf das Geſchoß in ſeiner **wirklichen** Bewegung durch das Rohr nach der Mündung hin abnimmt oder höchſtens konſtant bleibt. Dies hindert nicht, daß die **Geſchwindigkeit** des Geſchoſſes nach dem Ende des Rohrs hin zunimmt, (wie man durch einfache Integration der Bewegungsgleichung ſehen würde); denn da das Geſchoß in jedem neuen Zeittheilchen einen neuen, allerdings immer ſchwächer werdenden Anſtoß erhält, wächſt die Geſchwindigkeit fortwährend.

Numeriſche Daten, welche das Geſagte beſtätigen, liefert z. B. die Tabelle von Prehn*) für die beſchleunigenden Kräfte in den Zügen des 24-Pfünders; die Abnahme dieſer Kraft in Intervallen von je 130 mm iſt in Figur 6 graphiſch aufgetragen und wird unten benutzt werden. Einen Beweis für die Gültigkeit des Mariotte'ſchen Geſetzes geben die Verſuche von Rodmann**), welcher fand, daß verſchieden große Pulvermengen in Räumen, welche in demſelben Verhältniß wie die Pulverladungen wachſen, gleiche Gasſpannung geben. Ueber die Zunahme der Geſchwindigkeit vgl. u. a. eine Tabelle von Uchatius***), welche in Figur 5 graphiſch aufgetragen und unten verwendet iſt.

c) Drittens iſt die Pulverkraft eine Funktion der Pulverladung — übrigens nicht nach dem Geſetze einfacher Proportionalität —, und

d) des Kalibers: je größer das Kaliber, deſto raſcher wächſt bei der Vorwärtsbewegung des Geſchoſſes der Raum hinter demſelben, deſto mehr wird daher die Spannung der Pulvergaſe verringert. Andererſeits wird durch Vergrößerung des Kalibers der Raum für die Pulverladung vergrößert und damit eine Erhöhung der Pulverkraft ermöglicht.

e) Weiter iſt die Pulverkraft abhängig von der Geſtalt der Züge; je flacher die Züge verlaufen, deſto längere Zeit braucht

*) Fr. Hentſch, Balliſtik, S. 141.

**) Fr. Hentſch, Balliſtik, S. 42 u. 43.

***) Fr. Hentſch, Balliſtik, S. 40.

das Geſchoß, um, denſelben entlang gehend, an der Mündung anzukommen; deſto länger wird alſo das Rohr nach außen abgeſchloſſen und deſto mehr die Spannung der Gaſe oder die Pulverkraft erhöht; während auf der anderen Seite wegen des hohen Drucks eine geringere Pulverladung verwendet werden, alſo die Pulverkraft wieder etwas verringert werden muß.

f) Endlich iſt — ganz abgeſehen von den verſchiedenen Sorten von Pulver und von den übrigen treibenden Materien, wie Schießbaumwolle u. ſ. w. — die Pulverkraft abhängig von der Verbrennungszeit; durch mehr oder weniger ſtarkes Preſſen, Poliren und Durchlöchern des Pulvers kann innerhalb gewiſſer Grenzen jeder Grad von Verbrennlichkeit erreicht werden.

Wie man ſieht, hängt ſo die Pulverkraft von einer Reihe von Größen ab, welche ſelbſt wieder gegenſeitig ſich beeinfluſſen.

Die Aufgabe, um die es ſich handelt, iſt nun eine doppelte:

1) Sei der Drall ungleichförmig vorausgeſetzt, d. h. die Abwickelungen der Schraubenlinien der Züge in eine Ebene ſeien nicht parallele Geraden, ſondern irgend welche parallele Kurven, und die Geſtalt dieſer Kurven ſoll ſo beſtimmt werden, daß ſie die vortheilhafteſte iſt; wobei angenommen wird, daß es ſich um ein Geſchütz handle, deſſen Kaliber und Rohrlänge gegeben und von welchem nur die Züge unbekannt ſind. Die „vortheilhafteſte Geſtalt" kann ſich dabei auf verſchiedene Forderungen beziehen:

Erſtens möge die Forderung überwiegen, daß die Anfangsgeſchwindigkeit des Geſchoſſes an der Mündung ein Maximum ſei (Auflöſ. § 9) — denn dieſe bedingt ein Maximum der Raſanz und der Schußweite —, zweitens, daß der Druck, welchen die Züge erleiden, in allen Punkten derſelbe ſei; es ſcheint nämlich vorzukommen, daß das in den Zügen laufende Geſchoß von einem Zug in den andern übergleitet, was die Haltbarkeit der Züge gefährdet*) (Auflöſ. § 10).

2) Einen gleichförmigen Drall vorausgeſetzt, wäre die zunächſtliegende Aufgabe, für ein Geſchütz mit gegebenem Kaliber und gegebener Rohrlänge den paſſendſten Drallwinkel zu finden; entweder wieder aus der Forderung, daß die Anfangsgeſchwindigkeit des Geſchoſſes ein Maximum ſei, oder, daß die Axe des Geſchoſſes während ſeines Flugs durch die Luft möglichſt

*) Fr. Hentſch, Balliſtik, S. 149.

mit der Flugbahntangente zuſammenfalle, alſo daß der Ausſchlag der koniſchen Pendelung (I., 33) ſo klein als möglich bleibe, oder drittens daß die Seitenabweichung ſich möglichſt verringere (I., § 6 Schluß), oder endlich, daß die Periode der koniſchen Pendelung möglichſt kurz ſei (I., 41).

Nun ändert ſich die Seitenabweichung (39), der Ausſchlag der koniſchen Pendelung (33) und die Periode der letzteren (41) mit der Zeit, die Seitenabweichung und die Periode der Pendelung verringern ſich mit der Rotationsgeſchwindigkeit a, alſo mit dem Drallwinkel; alſo iſt es (cf. 33) unmöglich, im Anfang der Bewegung dem Geſchoß eine ſolche Rotationsgeſchwindigkeit zu geben, d. h. einen ſolchen endlichen Drallwinkel des Geſchützes zu finden, daß die Axe des Geſchoſſes in deſſen **weiterem** Flug ſtets mit der Flugbahntangente genau zuſammenfällt oder auch nur ſich ſelbſt parallel bleibt; und weiter muß man ſchließen, daß das Maximum durch $a = o$ gegeben iſt, alſo die vortheilhafteſten Züge ſolche parallel der Axe ſind. Auf dieſen Punkt iſt im Anhang zurückgekommen.

Im Folgenden ſoll als zweiter Theil der Frage die Aufgabe unterſucht werden, mit Hülfe numeriſcher Daten die vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen Drallwinkel, Rohrlänge, Kaliber, Pulverladung, Verbrennungszeit zu beſtimmen, nachdem in § 9 und § 10 der erſte Theil erledigt ſein wird.

§ 9.

Ungleichförmige Züge; die Anfangsgeſchwindigkeit der Translation ein Maximum.

Es ſoll unter Vorausſetzung eines ungleichförmigen Dralls gegebener Rohrlänge und Pulverladung, und gegebenen Kalibers diejenige Kurve der ebenen Abwickelung der Züge geſucht werden, welche mit Rückſicht auf die allmälig erfolgende Entwickelung der Pulvergaſe die Austrittsgeſchwindigkeit des Geſchoſſes zu einem Maximum macht.

Es ſei ABCD der mittlere Durchſchnitt des Geſchützrohrs mit der Zeichenebene; AB der Boden, DC die Mündung des

Rohrs; FE derjenige zur Seelenaxe ſenkrechte Schnittkreis, von welchem aus die Züge beginnen, ſo daß FECD den gezogenen Theil, ABEF den Pulver- und Geſchoßraum darſtellt. Von F gehe eine der Schraubenlinien FPP_1P_2 aus (Figur 3); P ſei ein beliebiger Punkt derſelben; das zugehörige Kurvenelement ds, die Entfernung des Punkts vom Boden AB des Rohrs x, $AF = x_0$, AD oder die Länge des Rohrs L. Der Winkel, um welchen ſich eine durch die Geſchützaxe und durch P gelegte Ebene gedreht hat, bis P auf der Kurve von F nach Punkt P gelangt iſt, ſei φ. Zu Punkt P gehört ein beſtimmter zur Geſchützaxe ſenkrechter Schnittkreis, mit einem Radius R gleich dem halben Kaliber des Rohrs; ferner eine beſtimmte Mantellinie des inneren Rohrcylinders. Die beiden zu P gehörigen Elemente dieſer Mantellinie und dieſes Schnittkreiſes ſind dx und $Rd\varphi$ und bilden mit ds ein unendlich kleines rechtwinkeliges Dreieck. — Durch x und $R.\varphi$, was ſpäter mit y bezeichnet wird, iſt Punkt P beſtimmt; x, y können daher als die rechtwinkeligen Koordinaten von P angeſehen werden; die x-Axe iſt die Mantellinie des Cylinders, welche durch den Anfangspunkt F der einen betrachteten Schraubenlinie geht; die y-Axe iſt die ebene Abwickelung der Kreisperipherie, welche die untere Fläche des Rohrs begrenzt. Iſt noch der Winkel zwiſchen ds und dx oder zwiſchen der Tangente in P und der zu P gehörigen Mantellinie gleich α, ſo iſt

$$R.d\varphi = dx.tg\alpha;$$

alſo auch, wenn t die Zeit bezeichnet

$$(42) \quad \ldots\ldots\ldots \quad R.\frac{d\varphi}{dt} = tg\,\alpha.\frac{dx}{dt}.$$

Weiter ſei M die Maſſe des Geſchoſſes, $\mathcal{M}$ deſſen Trägheitsmoment um die Geſchoßaxe, K die Pulverkraft, welche auf die Einheit der unteren Fläche des Geſchoſſes wirkt.

Die Pulverkraft wirkt in der Richtung der Geſchützaxe, auf das Element des Geſchoßbodens K.do, auf die ganze Fläche $R^2\pi.K$. Bei der Bewegung des Geſchoſſes beſchreiben die Punkte ſeiner unteren Fläche Bahnen ds; die Gleichung der Bewegung iſt ſomit

$$o = R^2\pi.K.\delta x - \Sigma\frac{d^2s}{dt^2}.\delta s.dm$$

ſtatt δ kann d geſchrieben werden,

$$\Sigma\, dm \,.\, \frac{d^2 s}{dt^2} = R^2 \pi \,.\, K \,\frac{dx}{ds},$$

links mit $\frac{ds}{dt}\,.\,dt$, rechts mit ds multiplizirt

$$\frac{\Sigma\, dm}{2}\,.\,d\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = R^2\pi\,.\,K dx$$

Die Pulverkraft K iſt erſtens von der Zeit abhängig — die Art dieſer Abhängigkeit ſei durch die Funktion ψ (t) ausgedrückt, über die ſpäter eine Hypotheſe gemacht werden müßte —, zweitens von der Entfernung x des Punktes P von dem Boden des Rohrs; K iſt umgekehrt proportional x, vermöge des Mariotte'ſchen Geſetzes, das hier als gültig vorausgeſetzt werden kann (cf. Einleitung; Näheres unten). Alſo hat man

$$\Sigma\, dm\, d\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{2R^2\pi\psi(t)}{x} dx$$

nun iſt

$$ds^2 = dx^2 + r^2 d\varphi^2;$$

wo r der Abſtand des Maſſenelements dm von der Geſchoßaxe

alſo $$\Sigma\, dm\, d\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] = \frac{2R^2\pi\psi(t)}{x} dx$$

und bei Integration über das Geſchoß

$$d\left[M\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + M\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] = \frac{2R^2\pi\psi(t)}{x} dx \quad . \; . \; . \; (43)$$

Nimmt man an, es ſei t in x ausgedrückt, ſo kann integrirt werden, und es iſt, da $R d\varphi = dx\,.\,tg\,\alpha$,

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \frac{2R^2\pi\int_{x_0}^{L}\frac{\psi(t)}{x}dx}{M + M\,\frac{tg^2\alpha}{R^2}}.$$

An der Mündung, wo $\alpha = \alpha_1$, iſt ſomit das Quadrat der Austrittsgeſchwindigkeit

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_1^2 = \frac{2R^2\pi\int_{x_0}^{L}\frac{\psi(t)}{x}dx}{M + \frac{M tg^2\alpha_1}{R^2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (44)$$

Das Integral auf der rechten Seite oder

$$\int \frac{\psi(t)}{x} dx$$

iſt zu einem Maximum zu machen, oder da die verlangte Drallkurve in ihrer ebenen Abwickelung eine Funktion $F(\varphi, x) = o$ ſein wird, ſo iſt φ als Funktion von x in der angegebenen Weiſe zu beſtimmen.

In dem Integral findet ſich t; man hat daher zunächſt t als Funktion von φ und x zu ſuchen oder, was daſſelbe leiſtet, mittelſt eines Faktors λ eine Bedingungsgleichung für t hinzuzufügen. Dieſe Bedingungsgleichung iſt die Gleichung (43) der Bewegung des Geſchoſſes durch das Rohr. Dieſe Gleichung iſt ſonach in $\int \frac{\psi(t)}{x} dx$ hinzuzufügen, nachdem überall x als unabhängige Variable eingeführt iſt. Man hat

$$M \frac{d^2x}{dt^2} \cdot \frac{dx}{dt} + M \frac{d^2\varphi}{dt^2} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{R^2 \pi \psi(t)}{x} \cdot \frac{dx}{dt}$$

nun iſt hier

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{\frac{dt}{dx}}; \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi}{dx} \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}}$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right) = \frac{d}{dx}\left(\frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}}\right) \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$= \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}} - \frac{d\varphi}{dx} \cdot \frac{\frac{d^2t}{dx^2}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^2}\right) \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}}$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{\frac{d^2\varphi}{dx^2} \cdot \frac{dt}{dx} - \frac{d^2t}{dx^2} \frac{d\varphi}{dx}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^3}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{\frac{dt}{dx}}\right) \frac{dx}{dt} \cdot = - \frac{\frac{d^2t}{dx^2}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^3};$$

alſo wird die Gleichung

$$-M\frac{\frac{d^2t}{dx^2}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^4}+M\frac{d\varphi}{dx}\cdot\frac{\frac{d^2\varphi}{dx^2}\cdot\frac{dt}{dx}-\frac{d^2t}{dx^2}\cdot\frac{d\varphi}{dx}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^4}=\frac{R^2\pi.\psi(t)}{x}\cdot\frac{1}{\frac{dt}{dx}}$$

oder, kürzer geſchrieben

$$-Mt''+\mathcal{M}(\varphi'\varphi''t'-t''\varphi'^2)-\frac{R^2\pi t'^2\psi(t)}{x}=o,$$

alſo hat man das Integral zu betrachten

$$\int\left[\frac{R^2\pi\psi(t)}{x}+\lambda\left\{-Mt''+\mathcal{M}(\varphi'\varphi''t'-t''\varphi'^2-\frac{\psi(t)}{x}R^2\pi t'^2\right\}\right]dx \quad (45)$$

der Faktor von dx ſei für einen Augenblick kurz mit V bezeichnet. Man variirt das Intergral, bringt es auf die Form

$$\int_{xo}^{L}\left\{T\delta t+\Phi\delta\varphi\right\}dx$$

und ſetzt $T=o$, $\Phi=o$; dieſe Gleichungen werden

$$\frac{\partial V}{\partial t}-\frac{d}{dx}\left(\frac{\partial V}{\partial t'}\right)+\frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{\partial V}{\partial t''}\right)-..=o$$

$$\frac{\partial V}{\partial\varphi}-\frac{d}{dx}\left(\frac{\partial V}{\partial\varphi'}\right)+\frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{\partial V}{\partial\varphi''}\right)-..=o$$

Im vorliegenden Fall iſt

$$\frac{\partial V}{\partial t}=\frac{R^2\pi\psi'(t)}{x}-\frac{R^2\pi\psi'(t)}{x}.\lambda t'^2;\quad \frac{\partial V}{\partial\varphi}=o$$

$$\frac{\partial V}{\partial t'}=\lambda\mathcal{M}\varphi'\varphi''-\frac{3\lambda R^2\pi\psi(t)t'^2}{x};\quad \frac{\partial V}{\partial\varphi'}=\mathcal{M}\varphi''t'-2\mathcal{M}t''\varphi'$$

$$\frac{\partial V}{\partial t''}=-\lambda M-\lambda\mathcal{M}\varphi'^2;\qquad \frac{\partial V}{\partial\varphi''}=\lambda\mathcal{M}\varphi't',$$

alſo ſind die Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l}1)\ \frac{R^2\pi\psi'(t)}{x}-\frac{\lambda R^2\pi\psi'(t)t'^2}{x}-\frac{d}{dx}\left(\lambda\mathcal{M}\varphi'\varphi''-\frac{3\lambda R^2\pi\psi(t)t'^2}{x}\right)\\ \qquad -\frac{d^2}{dx^2}(\lambda M+\lambda\mathcal{M}\varphi'^2)=o\\ 2)\ \lambda(\mathcal{M}\varphi''t'-2\mathcal{M}t''\varphi')-\frac{d}{dx}(\lambda\mathcal{M}\varphi't')=\text{const.}=b\\ \qquad \text{dazu die Gleichung}\\ 3)\ -Mt''+\mathcal{M}(\varphi'\varphi''t'-t''\varphi'^2)-\frac{R^2\pi t'^2\psi(t)}{x}=o,\end{array}\right\}.\ (46)$$

aus dieſen Gleichungen wäre λ zu eliminiren und endlich durch Elimination von t die verlangte Beziehung zwiſchen φ und x zu ſuchen. Die Konſtanten erhält man aus der Betrachtung des Terms an den Grenzen, der leicht abzuleiten iſt. Die untere Grenze iſt der feſte Punkt F; denn es wurde fortwährend diejenige unter den Drallkurven betrachtet, welche von F ausgeht, alſo iſt hier $\delta x = o$, $\delta\varphi = o$. An der oberen Grenze, der Mündung des Rohrs, iſt $\delta x = o$; auch $\delta\varphi$ iſt nicht willkürlich, ſondern dadurch beſchränkt, daß die Neigung α_1 der Züge an der Mündung eine gegebene iſt (cf. § 11); ſie muß ſo beſtimmt werden, daß ſpäter die koniſche Pendelung der Geſchoßaxe und damit die Seitenabweichung möglichſt verringert wird. Man hat ſomit die Konſtanten daraus zu beſtimmen, daß für $x = x_0$, $\frac{dx}{dt} = o$, $\frac{d\varphi}{dt} = o$ und für $x = x_1$, $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\alpha_1$.

Dies wäre die zunächſt ſich darbietende Methode zur Löſung der Aufgabe. Da jedoch die Gleichungen (46) vermöge ihrer gegenſeitigen Abhängigkeit eine erfolgreiche Behandlung nicht zu geſtatten ſcheinen, ſo habe ich noch einen anderen Weg eingeſchlagen, welcher zu einem poſitiven Reſultate führt.*)

Wenn im Vorhergehenden die Reibung R in dem variablen Punkt P mitberückſichtigt worden wäre, ſo hätte man für die Austrittsgeſchwindigkeit erhalten (cf. 44)

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_1^2 = \frac{2\int \frac{R^2\pi\psi(t)}{x}\,dx - 2\int R\,ds}{M + M\,\frac{\operatorname{tg}^2\alpha_1}{R^2}}.$$

Die Betrachtung des Integrals $\int \frac{\psi(t)}{x}\,dx$ hat zu keinem Ergebniß geführt; es ſoll nun verſucht werden, den Zähler auf der rechten Seite ſo zu beſtimmen, daß möglichſt wenig ſubtrahirt, daß alſo $\int R ds$ *oder die geſammte Reibung ein Minimum wird.*

Die *Reibung* beſteht aus zwei Theilen, die ſich aus Folgendem ergeben. Das Geſchoß, das von hinten in das Rohr

*) Herr P. Du Bois Reymond, welcher ſich früher ebenfalls mit dieſer Aufgabe beſchäftigt hat, giebt an, unter einer gewiſſen Vorausſetzung über die Pulverkraft paraboliſchen Drall erhalten zu haben.

eingeführt wird, hat einen Durchmeſſer, der etwas größer iſt als das Kaliber des Rohrs, gemeſſen von einer Erhöhung der Züge zur gegenüberſtehenden. Mit ſeinem Bleimantel drückt es ſich in die rinnenartigen Vertiefungen der Züge ein; daraus entſteht ein zweifacher Druck. Der erſte Theil rührt daher, daß das Geſchoß gegen die vordere Seitenwand jener Rinnen gepreßt wird; ſeine Richtung iſt alſo ſenkrecht zu ds und ſeine Größe $K . \sin \alpha$ oder $K . \frac{Rd\varphi}{ds}$ oder endlich, wenn $Rd\varphi$ mit dy bezeichnet wird $K . \frac{dy}{ds}$. Der zweite Theil kommt daher, daß das Geſchoß in ſich ſelbſt zuſammengedrückt wurde; vermöge ſeiner Elaſtizitäts-kraft ſucht es ſich wieder auszudehnen und drückt gegen die Züge; dieſer Druck iſt in der Richtung des Radius eines Schnittkreiſes gerichtet, welcher durch den Punkt P ſenkrecht zur Seelenaxe gelegt wird, ſteht alſo ſenkrecht auf ds und auf der Richtung des erſten Drucks, und kann als konſtant angenommen werden, gleich Q; in Q iſt zugleich der Druck $G . \cos e$ eingerechnet, welcher von dem Gewicht des Geſchoſſes herrührt, das mit ſeiner unterſten Mantellinie auf der Seelenwand aufliegt. Damit iſt der Druck $K \frac{dy}{ds} + Q$ gegen ds berechnet. Die Reibung ſelbſt iſt dem Druck proportional und von der reibenden Fläche unabhängig, alſo iſt die Reibung

$$R = \mu K \frac{dy}{ds} + \mu Q.$$

Um einen paſſenden, kurzen Ausdruck für die Pulverkraft K zu finden, wird man am beſten die graphiſche Darſtellung der beſchleunigenden Kräfte als Funktion der Rohrlänge oder von x, Figur 6, und diejenige der Geſchwindigkeiten ebenfalls in Funktion von x, Figur 5, zu Rathe ziehen (nach Prehn; Hentſch, Balliſtik S. 40 und 141). Beide Kurven beziehen ſich auf die wirkliche Bewegung des Geſchoſſes durch das Rohr, ſo daß die Zeit nicht mehr berückſichtigt zu werden braucht. Die Geſtalt der Kurve, Figur 6, ſoweit ſie in Betracht kommt und gezeichnet iſt, gleicht am meiſten einer gleichſeitigen Hyperbel; danach hätte K die Form

$$K = f . \frac{x_0}{x}$$

wo f ein numeriſcher Koeffizient und x_0 der kleinſte Werth, den x annehmen kann; daraus würde vermöge der mechaniſchen Grundgleichung

$$M\frac{d^2x}{dt^2} = M\frac{dv}{dx}.v = \frac{1}{2}M\frac{d(v^2)}{dx} = K$$

folgen, daß die Geſchwindigkeiten v wie die Ordinaten einer logarithmiſchen Linie wachſen. In der That hat auch die Kurve Figur 5 ganz dieſe Geſtalt. Folglich iſt

$$(47) \quad \ldots\ldots\ldots \quad K = f.\frac{x_0}{x}$$

übereinſtimmend mit der Hypotheſe von Poiſſon, mécan. rationn. II. Dabei iſt zu bemerken, daß dies nur ein Näherungsdruck iſt; in Wirklichkeit wird K durch einen ſehr komplizirten Ausdruck dargeſtellt. Alſo iſt das Integral

$$\int\left(\frac{\mu f.x_0}{x}.\frac{dy}{ds} + \mu Q\right)ds$$

oder

$$(48) \quad \ldots\ldots \quad \int_{x_0}^{L}\left(\frac{\mu f.x_0}{x}.\frac{dy}{ds} + \mu Q\sqrt{1+\left(\frac{dy}{ds}\right)^2}.\right)dx$$

zu einem Minimum zu machen. Man hat die Gleichung aufzulöſen:

$$\frac{\partial V}{\partial y} - \frac{d}{dx}\left(\frac{\partial V}{\partial y'}\right) + \ldots = o;$$

alſo hier

$$\frac{\mu f.x_0}{x} + \frac{\mu Q y'}{\sqrt{1+y'^2}} = \text{const.} = c.$$

Der Term an den Grenzen iſt

$$\Big|_{x_0}^{L}\left(V\delta x + \frac{\partial V}{\partial y'}.dy\right)$$

An der unteren Grenze, dem feſten Punkt F, iſt $\delta x = o$, $\delta y = o$; an der Mündung iſt $\delta x = o$, δy willkürlich; denn die Schraubenlinie kann auf der Peripherie des Mündungskreiſes endigen, wo ſie will; — von der Beſchränkung, daß der Neigungswinkel α_1

an der Mündung nach § 11 durch das Minimum der koniſchen Pendelung beſtimmt iſt, iſt hier (cf. Einleitung) abſichtlich kein Gebrauch gemacht —. Aus der Willkürlichkeit von δy folgt, daß $\frac{\partial V}{\partial y'} = o$, alſo $c = o$; ſomit hat man

$$\frac{fx_0}{x} + \frac{Qy'}{\sqrt{1+y'^2}} = o$$

$$-\frac{fx_0}{x} \cdot \sqrt{1+y'^2} = Qy'$$

$$y'^2 = \frac{\left(\frac{fx_0}{x}\right)^2}{Q^2 - \left(\frac{fx_0}{x}\right)^2}$$

$$\pm y = \int \frac{fx_0 dx}{\sqrt{Q^2x^2 - f^2x_0^2}} + \text{const.}$$

$$\pm y = \frac{fx_0}{Q} \overset{e}{\log} \left(Qx + \sqrt{Q^2x^2 - f^2x_0^2}\right) + \text{const.}$$

und da im Anfang der Bewegung, für $x = x_0$, $y = o$

$$\pm \frac{Q}{fx_0} \cdot y = \log \frac{Qx + \sqrt{Q^2x^2 - f^2x_0^2}}{Qx_0 + \sqrt{Q^2x_0^2 - f^2x_0^2}} \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

Die ebene Abwickelung der geſuchten Schraubenlinie iſt alſo eine logarithmiſche Linie, welche anfangs weniger raſch gegen die Mündung anſteigt als ſpäter. Das doppelte Vorzeichen von y zeigt an, daß ſowohl rechts- als linksdrehende Züge möglich ſind. (Eine ſolche Geſtalt entſpricht auch ſehr gut der freien Bewegung des Geſchoſſes durch ein Geſchütz ohne Züge, wie Verſuche mit Rotationszündnadelgewehren beweiſen [Hentſch, Balliſtik, pag. 39]; dieſe waren an ihrem hinteren Ende mit einem kurzen Drall verſehen, der übrige Theil des Laufes glatt; die im Pulverſchleim markirten Spiralen waren nach der Mündung hin immer gedehnter, ähnlich wie bei der Aufwickelung einer logarithmiſchen Linie.) Uebrigens iſt nicht abſolut ausgeſchloſſen, daß die numeriſche Berechnung der Formel eine Unmöglichkeit für die Praxis anzeigt.

Wie man ſieht, wurde die Arbeit der Reibung zu einem Extremum gemacht, und zwar offenbar zu einem Minimum; denn

das Maximum würde einer Schraubenlinie entſprechen, welche in unendlich vielen und langen Windungen durch das Rohr geht.

Es bleibt übrig, eine *Methode zur Beſtimmung der Werthe f und Q aus Daten der Beobachtung* anzugeben (denn theoretiſch würde die elaſtiſche Reaktionskraft Q nur ungenau und in ſehr komplizirter Form zu erhalten ſein); μQ ſei kurz mit Q_1 bezeichnet.

Die Beſtimmung geſchieht durch Integration der Gleichung, welche die Bewegung des Geſchoſſes durch das Rohr eines Geſchützes z. B. mit *gleichförmigen Zügen* darſtellt; die ſchwere Feldkanone hat einen Drallwinkel von 3° 36′; die Schraubenlinien der Züge in ihrer Abwickelung ſind ſomit Gerade von der Form $y = \text{tg}\, 3^\circ 36' . (x - x_0)$, und $\frac{dy}{dx}$ iſt konſtant. Die Größe f iſt proportional der unteren Fläche $R^2\pi$ des Geſchoſſes, auf welche die Pulvergaſe drücken, dem Gewicht g der Pulverladung und einem numeriſchen Koeffizienten $\sigma =$ der Pulverkraft, welche auf die Flächeneinheit in der Zeiteinheit durch die Exploſion einer Pulvermenge von der Einheit des Gewichts in der Entfernung $x = x_0$ ausgeübt wird; alſo iſt die Pulverkraft $= \frac{\sigma . g . R^2 \pi . x_0}{x}$. Die Bewegungsgleichung lautet ſomit, wenn zunächſt das Geſchoß in unendlich kleine parallele Prismen zerlegt wird, auf deren untere Fläche $d\sigma$ die Pulverkraft wirkt:

$$dm . \frac{d^2 s}{dt^2} = \frac{\sigma . g . do . x_0}{x} . \frac{dx}{ds} - \frac{\sigma g . do . x_0 \mu}{x} . \frac{dy}{ds} - Q_1$$

links mit $\frac{ds}{dt} . dt$, rechts mit ds multiplizirt, wird, da $\frac{dy}{dx} = \text{tg}\,\alpha$ oder gleich der konſtanten Neigung der Züge:

$$\frac{dm}{2} d \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{\sigma g\, do\, x_0}{x} . dx - \frac{\sigma . g . do . x_0 . \mu}{x} . \text{tg}\,\alpha . dx$$
$$- Q_1 \sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha} . dx$$

nun iſt für irgend einen Punkt im Innern des Geſchoſſes, mit dem Abſtand r von der Axe

$$r . d\varphi = \text{tg}\,\alpha . dx \text{ und}$$
$$ds^2 = dx^2 + r^2 . d\varphi^2,$$

n der Oberfläche des Geſchoſſes: R . dx = tgα . dx; alſo

$$\frac{dm}{2} d \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{dm}{2} d \left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right];$$

ınd durch Integration über das ganze Geſchoß, wenn M die Maſſe, $\mathcal{M}$ das Trägheitsmoment um die Geſchoßaxe:

$$\frac{M}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{\mathcal{M}}{2}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = \int\!\Bigg(\frac{\sigma g\, R^2 \pi\, x_0}{x} - \frac{\sigma g\, R^2 \pi . x_0\, \mu \operatorname{tg}\alpha}{x}$$

$$- Q_1 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha}\Bigg)\, dx + \text{const}$$

oder, da $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = \frac{\operatorname{tg}^2\alpha}{R^2} \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ und $\frac{dx}{dt} = o$ für $x = x_0$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 \left(\frac{M}{2} + \frac{\mathcal{M} \operatorname{tg}^2\alpha}{2 R^2}\right) = \Bigg|_{x_0}^{x} \Big(\log x . \sigma g R^2 \pi\, x_0 (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha)$$

$$- Q_1 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha} . x\Big)$$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \Bigg(\log \frac{x}{x_0} . \sigma g R^2 \pi\, x_0 (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) + Q_1 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha}$$

$$. (x_0 - x)\Bigg) : \left(\frac{M}{2} + \frac{\mathcal{M}}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg}^2\alpha}{R^2}\right)$$

An der Mündung des Rohrs iſt

$$\text{(50a)} \quad \left\{ \begin{array}{l} V^2 = \Bigg[\log \frac{L}{x_0}\, \sigma g\, R^2 \pi\, x_0 (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) + Q_1 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha} \\ \qquad\qquad (x_0 - x)\Bigg] : \left(\frac{M}{2} + \frac{\mathcal{M}}{2} \frac{\operatorname{tg}^2\alpha}{R^2}\right) \end{array} \right.$$

Nimmt man eine andere Pulverladung g_1, ſo wird

$$\text{(50b)} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_1^2 = \Bigg[\log \frac{L}{x_0} . \sigma g_1 R^2 \pi\, x_0 (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) + Q_1 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha} \\ \qquad\qquad (x_0 - x)\Bigg] : \left(\frac{M}{2} + \frac{\mathcal{M}}{2} \frac{\operatorname{tg}^2\alpha}{R^2}\right) \end{array} \right.$$

Die Austrittsgeſchwindigkeiten V und V_1 mißt man durch den elektriſchen Apparat, alle anderen Größen ſind gegeben; man

hat ſomit zwei Gleichungen erſten Grades für die Unbekannten σ und Q. (Der Reibungskoeffizient μ, welcher ſich auf Reibung von Blei auf Eiſen bezieht, ſcheint nicht vorhanden zu ſein; ich habe die Gelegenheit benutzt, denſelben phyſikaliſch zu beſtimmen; hier für den Uebergang von Ruhe in Bewegung; es fand ſich $\mu = 0{,}251$.)

§ 10.

Ungleichförmige Züge; der Druck in den Zügen konſtant.

Es mögen zweitens die Kurven der ebenen Abwickelung der Züge ſo beſtimmt werden, daß der Druck und daher die Reibung in den Zügen überall dieſelben ſeien.

Ueber die Pulverkraft K werde eine andere Hypotheſe verſucht; K hängt von der Zeit ab und iſt dem Mariotte'ſchen Geſetz zufolge umgekehrt proportional x, alſo

$$K = f \,.\, \frac{\psi(t)}{x}$$

in den Kurven von Deprez*) iſt die Pulverkraft als Funktion von t aufgetragen; dieſelben haben annähernd die Geſtalt von Parabeln; danach iſt $\psi(t) = t^2$, ſomit

$$(51) \quad \ldots\ldots\ldots \quad K = f \,.\, \frac{t^2}{x};$$

der zu den Zügen ſenkrechte Druck iſt $f \,.\, \frac{t^2}{x} \,.\, \frac{dy}{ds}$; man hat alſo die Gleichung

$$(52) \quad \ldots\ldots\ldots \quad f \,.\, \frac{t^2}{x} \,.\, \frac{dy}{ds} = \text{const.}$$

in K findet ſich t; deshalb iſt zuerſt eine Beziehung zwiſchen t und x zu finden, und zwar aus der Bewegungsgleichung des Geſchoſſes im Rohr, von welcher näherungsweiſe vorausgeſetzt ſei, daß ſie dieſelbe iſt, wie bei den älteren Geſchützen ohne große Reibung, alſo aus

$$M \frac{d^2x}{dt^2} = f \,.\, \frac{t^2}{x};$$

*) Compt. rend. LXXIX.

eine Löſnng ſei

$$x = a_0 t + at^2 + bt^3 + \cdots$$

(x_0 als klein betrachtet); oder vielmehr, da für $t = o$) $\frac{dx}{dt} = o$,

$$x = a \cdot t^2 + bt^3 + ct^4 + \cdots$$

Durch Einſetzen wird

$$2a + 2 \cdot 3\,bt + 3 \cdot 4\,ct^2 + 4 \cdot 5 \cdot d \cdot t^3 + \cdots = \frac{f}{M} \cdot \frac{t^2}{at^2 + bt^3 + \cdots}$$

daraus

$$a = \sqrt{\frac{f}{2M}},\ b = o,\ c = o,\ \ldots \text{ alſo}$$

$$x = \sqrt{\frac{f}{2M}} \cdot t^2;\ \frac{t^2}{x} = \text{const.} = K_1 \quad \ldots\ldots \quad (53)$$

alſo erhält man

$$K_1 \cdot \frac{dy}{ds} = \text{const.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (54)$$

d. h. die geſuchte Linie gleichen Drucks und gleicher Reibung iſt bei der obigen Annahme über die Pulverkraft eine Gerade, und die vortheilhafteſten Züge ſind unter der obigen Forderung die gleichförmigen.

§ 11.

Gleichförmiger Drall; vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen Rohrlänge, Drallwinkel, Kaliber, Pulverladung und Verbrennungszeit des Pulvers.

Im Folgenden iſt ein gleichförmiger Drall vorausgeſetzt, und die Aufgabe ſei, die vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen den oben angegebenen Größen zu finden. Dieſe „vortheilhafteſte" Beziehung gehe z. B. auf die Forderung, die Anfangsgeſchwindigkeit V der Vorwärtsbewegung zu einem Maximum zu machen; denn damit wird (nach I, 33) a und damit der Ausſchlag der koniſchen Pendelung und (cfr. § 6, Schluß) die Seitenabweichung verringert.

Die folgende Methode iſt eine Kombination von Rechnung und Beobachtungsreihen; indem es ſehr ſchwierig ſein wird, auf rein theoretiſcher Grundlage eine Geſchützkonſtruktion anzugeben.

Die Anfangsgeſchwindigkeit V des Geſchoſſes iſt nach dem in der Einleitung Geſagten eine Funktion der Rohrlänge l, des Kalibers r, des Drallwinkels α, der Pulverladung p und der Verbrennungszeit T des Pulvers (falls Pulver verwendet wird). Es kann angenommen werden, daß dieſe einzelnen Abhängigkeiten durch Potenzreihen darſtellbar ſind; ſind alſo a, b, c, a_1, b_1, c_1 ꝛc. Koeffizienten, welche nachher irgendwie beſtimmt werden müſſen, ſo iſt die Anfangsgeſchwindigkeit V

$$\begin{aligned} V = & (a + b\,l + c\,l^2 + d\,l^3 + \ldots) \cdot \\ & (a_1 + b_1 r + c_1 r^2 + d_1 r^3 + \ldots) \cdot \\ & (a_2 + b_2 \alpha + c_2 \alpha^2 + d_2 \alpha^3 + \ldots) \cdot \\ & (a_3 + b_3 p + c_3 p^2 + d_3 p^3 + \ldots) \cdot \\ & (a_4 + b_4 T + c_4 T^2 + d_4 T^3 + \ldots) \cdot \end{aligned} \quad (55)$$

Vor Allem ſind die Koeffizienten zu beſtimmen. Dies geſchieht, indem man ſo viele Gleichungen aufſtellt, als Koeffizienten vorhanden ſind. Dieſe Gleichungen erhält man, wenn man die Beobachtungen von V, a) für r, α, p, T und ein beſtimmtes l, b) für gleiche r, α, p, T und ein zweites beſtimmtes l ꝛc. ſucht, zweitens ebenſo mit r u. ſ. f. verfährt und je die Zahlenwerthe einſetzt; dadurch ergiebt ſich die entſprechende Anzahl von linearen Gleichungen, in welchen a, b, c, a_1, b_1 ꝛc. die Unbekannten darſtellen. Dieſe Gleichungen werden aufgelöſt und die Werthe oben eingeſetzt.

Z. B. ſoll nur die vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen dem Drallwinkel und der Rohrlänge geſucht werden; es genüge, bei der zweiten Potenz ſtehen zu bleiben, ſo hat man

$$V = (a + b \cdot l + c \cdot l^2)\,(a_2 + b_2 \alpha + c_2 \alpha^2)$$

man ſtellt drei Beſtimmungsgleichungen auf, indem man 1) die Beobachtungen von V bei einem beſtimmten Drallwinkel α nimmt, bei welchem die Rohrlänge l ſucceſſive verkürzt wird (vgl. z. B. die Beobachtungen von Uchatius; Hentſch, Balliſtik, S. 91), je die entſprechenden Werthe von V und l für je eine der Gleichungen benutzt; dann ebenſo drei Gleichungen für α; man erhält ſo ſechs Gleichungen für die ſechs Unbekannten a, b, c, a_2, b_2, c_2. — Im Allgemeinen wird man die Zahl der zu beſtimmenden Koeffizienten erheblich reduziren können, wenn man je die Beziehung zwiſchen V und l, V und α ꝛc. graphiſch aufträgt und die erhaltene Linie mit einer bekannten Kurve vergleicht.

Auf dieſe Weiſe ſeien die Koeffizienten beſtimmt; V ſoll ein Maximum werden; alſo hat man zu bilden

$$\frac{\partial V}{\partial l} = 0, \; \frac{\partial V}{\partial r} = 0, \; \frac{\partial V}{\partial \alpha} = 0, \; \frac{\partial V}{\partial p} = 0, \; \frac{\partial V}{\partial T} = 0$$

oder

$$b + 2c\,l + 3d\,l^2 + \cdots = 0$$
$$b_1 + 2c_1 r + 3d_1 r^2 + \cdots = 0$$
$$b_2 + 2c_2 \alpha + 3d_2 \alpha^2 + \cdots = 0$$
$$b_3 + 2c_3 p + 3d_3 p^2 + \cdots = 0$$
$$b_4 + 2c_4 T + 3d_4 T^2 + \cdots = 0$$

Die Löſungen l_1, r_1, α_1, p_1, T_1 ꝛc. dieſer Gleichungen geben ein Extremum für die Austrittsgeſchwindigkeit.

Aehnlich wird man verfahren, wenn man die koniſche Pendelung oder die Seitenabweichung zu einem Minimum machen will, indem man V durch eine dieſer Größen erſetzt und analog verfährt.

In der Mehrzahl der Fälle wird es ſich darum handeln, eine noch fehlende Größe an einem Geſchütz am paſſendſten zu beſtimmen, z. B. ſei die Rohrlänge l_1, das Kaliber r_1, die Pulverladung p_1, die Verbrennungszeit T_1 bekannt, und es ſoll der Neigungswinkel α der Züge ſo gefunden werden, daß die Anfangsgeſchwindigkeit V_1 eine beſtimmte ſei, aber die Geſchoßpendelung ſich möglichſt verringere. Man ſetzt die bekannten Werthe l_1, r_1, p_1, T_1, V_1 in (55) ein und hat eine Gleichung, in welcher α die Unbekannte darſtellt. In dieſer ſucht man die kleinſte Wurzel α, welche die Gleichung befriedigt. Denn dann wird nach I, 33 die Geſchoßaxe mit der Flugbahntangente möglichſt zuſammenfallen.

Eine der obigen Berechnungen numeriſch durchzuführen, muß ich Andern überlaſſen, da mir die nöthigen Beobachtungsreihen nicht zur Verfügung ſtehen.

Anhang.

§ 12.

Erſcheinungen bei axenparallelen Zügen.

In § 8 hat es ſich auf theoretiſchem Wege gezeigt, daß es unmöglich iſt, für ein gegebenes Geſchütz (unter Vorausſetzung eines gleichförmigen Dralls) einen ſolchen endlichen Drallwinkel zu finden, daß die Seitenabweichung und die koniſche Pendelung ganz verſchwindet, und daß Letzteres erſt eintritt, wenn der Drallwinkel Null iſt, d. h. wenn die Züge parallel der Axe laufen.

Dieſe Geſtalt der Züge ſcheint zunächſt dem Gedanken, welcher überhaupt zur Einführung der Züge Veranlaſſung gab, direkt zu widerſprechen: man wollte auf Grund des Prinzips von der Erhaltung der Rotationsebene durch raſche Rotation des Geſchoſſes um ſeine Längsaxe die letztere veranlaſſen, ihre Richtung fortwährend beizubehalten, um die unregelmäßigen Seitenabweichungen auszuſchließen, und erreichte dieſen Zweck auch vollkommen; vergaß jedoch das zweite Rotationsgeſetz, daß eben in Folge jener Rotation die Axe außerdem noch langſam um den Schwerpunkt pendelt und ſich periodiſch weiter von der Tangente entfernt, und erhielt ſo kleinere, regelmäßige Seitenabweichungen.

Durch axenparallele Züge wird dem Geſchoß eine ſichere Führung durch das Rohr ertheilt, welche alle Rotationen und damit ſowohl unregelmäßige, als regelmäßige Seitenabweichungen ausſchließt. Welche Erſcheinungen ſonſt eintreten, wird die Rechnung zeigen. Es iſt dies ein Fall, der für ſich berechnet werden muß und wenigſtens theoretiſches Intereſſe bietet. Zu entſcheiden, ob daſſelbe über das theoretiſche hinausgeht, muß vollſtändig einer kompetenteren Seite anheimgeſtellt bleiben. Hier ſei nur das Werk von Rutzky, „Bewegung und Abweichung der Spitzgeſchoſſe", erwähnt, S. 10: „Da durch die Vervollkommnung der Konſtruktion der gezogenen Geſchützrohre die Idee ſich immer mehr fixirt, als könne man Langgeſchoſſe nur aus gezogenen Rohren

auf groſze Weiten richtig ſchieſzen, ſo ſoll dieſe Idee widerlegt und auf ein Geſchoſz aufmerkſam gemacht werden, welches, aus Rohren mit geraden Zügen abgeſchoſſen, das Ziel ohne Rotation mit der gewünſchten Perkuſſion und ohne jegliche Seitenabweichung zu treffen im Stande ſei"; und S. 62 ff., „Kapitel über Langgeſchoſſe für glatte Rohre; Vor- und Nachtheile der gezogenen Rohre".

Der Neigungswinkel der Züge iſt Null, folglich iſt nach (42) die Rotationsgeſchwindigkeit a = Null; daher nach (40) auch die Seitenabweichung. Das Geſchoſz geht alſo ohne Rotation durch das Rohr und bleibt während ſeines ganzen Flugs in der durch die Geſchützaxe gelegten Vertikalebene. Unregelmäßige Seitenabweichungen ſind, wie bemerkt, dadurch unmöglich gemacht, daſz die ſichere Führung des Geſchoſſes in den Zügen anderweitige Rotationen ausſchließt. Zugleich fällt der Verluſt an lebendiger Kraft durch die Rotation fort. Ueber die Bewegung der Geſchoſzaxe im Einzelnen erhält man folgendermaßen Aufſchluſz: Die Gleichungen (21) und (22) im erſten Abſchnitt vereinfachen ſich zu dieſen:

$$\left.\begin{array}{l|l} \dfrac{d\psi}{dt} = -q & \dfrac{dp}{dt} = f.(\vartheta + \delta) \\ \dfrac{d\vartheta}{dt} = p & \dfrac{dq}{dt} = -f.\psi, \text{ wo } \delta = e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2 \end{array}\right\} . \quad (56)$$

$$f = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A(1 + v\sigma t)^2}$$

dabei iſt für $t = o$, $p = o$, $\vartheta = -e$, $\psi = o$; um ϑ und ψ zu erhalten, ſind p und q zu eliminiren; es wird:

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} = -\frac{dq}{dt} = f\psi$$

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = \frac{dp}{dt} = f.(\vartheta + \delta)$$

zu dieſer letzten beiderſeits $\frac{d^2\delta}{dt^2}$ oder $-2\gamma_1 v^2\sigma^2$ addirt, hat man

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{d^2(\vartheta + \delta)}{dt^2} - \dfrac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A(1 + v\sigma t)^2} (\vartheta + \delta) + 2\gamma_1 v^2 \sigma^2 = o \\ \dfrac{d^2\psi}{dt^2} - \dfrac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A(1 + v\sigma t)^2} . \psi = o \end{array}\right\} . . \quad (57)$$

zu integriren. Zunächſt die letztere, denn dieſe hat die Form der „reduzirten" erſten Gleichung; es ſei zur Abkürzung $1 + v\sigma t = T$, $dt = \frac{dT}{v\sigma}$, eine Löſung ſei $\psi = T^{\alpha}$, dies giebt

$$v^2\sigma^2\alpha(\alpha - 1) - \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A}$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A \cdot v^2\sigma^2}} = \frac{1}{2} \pm \text{„}\omega\text{"}, \text{ ſomit}$$

(58) . . . $\psi = A(1 + v\sigma t)^{1/2 + \omega} + B(1 + v\sigma t)^{1/2 - \omega}$

für $t = o$ iſt $\psi = o$, alſo $A = o$, $B = o$, ſomit

$$\psi = o$$

Auch die Geſchoßaxe bleibt folglich in der urſprünglichen Vertikalebene.

Die erſte Gleichung (20) iſt von der zweiten um das Glied $2\gamma_1 v^2\sigma^2$ verſchieden. Die zwei partikulären Integrale ihrer reduzirten Gleichung ſind:

$$y_1 = (1 + v\sigma t)^{1/2 + \omega}, \quad y_2 = (1 + v\sigma t)^{1/2 - \omega};$$

das allgemeine Integral wird nach bekannten Methoden

(59) . . . $$\left\{ \begin{aligned} \vartheta + \delta = C_1 (1 + v\sigma t)^{1/2 + \omega} + C_2 (1 + v\sigma t)^{1/2 - \omega} \\ + \frac{2\gamma_1 v^2\sigma^2 (1 + v\sigma t)^2}{\omega^2 - \frac{9}{4}} \end{aligned} \right.$$

C_1 und C_2 werden aus dem Anfangszuſtand beſtimmt;

$$\text{für } t = o \text{ iſt } \vartheta = -e; \ \frac{d\vartheta}{dt} = o; \text{ damit wird}$$

$$C_1 = -\frac{\gamma_1 v^2\sigma^2}{\omega^2 - \frac{g}{4}}\left(\frac{5}{2\omega} + 1\right) - \frac{\gamma_1}{\omega}$$

$$C_2 = +\frac{\gamma_1 v^2\sigma^2}{\omega^2 - \frac{g}{4}}\left(\frac{5}{2\omega} - 1\right) + \frac{\gamma_1}{\omega}$$

Danach wird ϑ mit wachſendem t ſtetig kleiner; **das Geſchoß dreht ſich um den Schwerpunkt immer mehr nach rückwärts**, bis es zuletzt nach hinten umſchlägt.

Wenn in der Wurzel ω, $h - h_1$ negativ wird, ſo muß es einen Werth $h - h_1$ geben, für welchen $\omega = o$ wird, und in der Nähe dieſes Werthes einen andern, für welchen, wenigſtens ſehr annähernd,

$$\vartheta = - \delta$$

iſt. Aber $-\vartheta$ iſt der cos des Winkels zwiſchen der Sz- und Sz_1-Axe; δ derjenige des Winkels zwiſchen Sz und der Tangente ST. Wenn alſo der Schwerpunkt nahe der Spitze des Geſchoſſes liegt, bleibt die Geſchoßaxe fortwährend nahezu in der Tangente der Flugbahn, und zugleich nach dem Obigen das ganze Geſchoß in der urſprünglichen Vertikalebene, — ein Fall, welcher bei den Pfeil-Schüſſen ſich findet, da der Schwerpunkt des Pfeils meiſt nahe der Spitze liegt.

Digitized by Google

XVII.

Die hiſtoriſche Ausſtellung in Wien.

Die nunmehr geſchloſſene hiſtoriſche Ausſtellung in dem neuen Wiener Rathhauſe war allerdings hauptſächlich für das „große Publikum" berechnet. Sie bot jedoch auch ſpeziell für den Artilleriſten und Ingenieur vieles Intereſſante, wenn auch nicht in dem Umfange, wie es zu wünſchen und zu erwarten geweſen wäre, wenn man bedenkt, daß dieſelbe zur Verherrlichung eines ſo eminent kriegeriſchen Ereigniſſes, wie die Vertheidigung Wiens es war, wobei zudem der Kriegsbaumeiſter und der Konſtabler die Hauptrolle ſpielten, in Scene geſetzt wurde. Vielleicht waren eben die bezüglichen Fachmänner in dem Ausſtellungsrathe nicht genügend vertreten.

Die Portraits der hervorragenden Perſönlichkeiten (darunter der Polenkönig mehr als ein halbes Dutzend Mal), mehrere Schlachten- und Gefechtsbilder, der Schädel Kara Muſtaphas, der Schuppenpanzer Sobieskis, zwei türkiſche Zelte, mehrere türkiſche Fahnen, Roßſchweife und Waffen, das ſind die Gegenſtände, welche die Schauluſt des größeren Theils der Beſucher feſſelten, aber auch den Kern und die Maſſe der Ausſtellung bildeten.

Sehr intereſſant war jedenfalls die ziemlich vollſtändige Sammlung der über die Belagerung in jener und der nächſtfolgenden Zeit erſchienenen Druckwerke und mehrerer wichtigen Aktenſtücke. Leider waren dieſelben, wie es bei dem vorausſichtlich großen Beſuche wohl nicht anders ſein konnte, in wohlverſchloſſenen Glaskiſten ausgeſtellt, ſo daß man eben nur die Titel leſen, in

den Inhalt aber keinen, wenn auch nur flüchtigen Einblick nehmen konnte.

Auch waren viele auf die Ereigniſſe jener Tage bezügliche Holzſchnitte und Kupferſtiche ausgeſtellt, deren Zahl jedoch mit einiger Mühe bedeutend hätte vermehrt werden können. Die berühmte Sammlung des F. Z. M. Hauslab, ſowie die in ihrer Art höchſt originelle Sammlung des vor einigen Jahren verſtorbenen Heidinger, eines einfachen Wiener Bürgers und Gaſtwirthes, enthielten ſo manches hochintereſſante, in der Ausſtellung aber nicht ſichtbare Stück. Unzweifelhaſt würde man auch in den Depots des Magiſtrats, in den Zeughäuſern und dergl. noch viele an jenes Ereigniß mahnende Dinge haben auftreiben können. Doch ſcheint hierbei wohl der beſchränkte Raum Einfluß geübt zu haben, und vielleicht mochten auch manche Gegenſtände für nicht wichtig und ſchön genug erachtet werden, obwohl dieſelben zur Vervollſtändigung beigetragen hätten.

Ziemlich zahlreich und für den Ingenieur ſehr intereſſant waren die Pläne der Feſtung und der Belagerungsarbeiten. Dieſelben waren in den verſchiedenſten Formaten zu ſehen und theilweiſe ſehr nett ausgeführt. Doch betrafen dieſelben immer nur das Ganze, und Detailpläne waren nirgends zu ſehen. Es wäre eigenthümlich, daß von den Entwürfen über die in den verſchiedenen Werken ausgeführten Arbeiten ſich gar keiner ſollte erhalten haben. Und gewiß mußten die Ingenieure dieſe Entwürfe, wenn auch nur im Brouillon, verfertigt und vielleicht auch ihren Vorgeſetzten vorgelegt haben. Mit Benutzung ſolcher Skizzen hätten dann auch Modelle und plaſtiſche Darſtellungen verfertigt werden können, Gegenſtände, die der Ingenieur in der Ausſtellung gewiß mit Bedauern vermißte.

Für den Artilleriſten fand ſich beinahe noch weniger. Einige Dutzend Musketen und Wallflinten, mehrere Zeichnungen u. ſ. w. Von den bei der Vertheidigung verwendeten eigenthümlichen Geſchoſſen ſcheint ſich leider keines erhalten zu haben. (Die eroberten türkiſchen Geſchütze wurden bekanntlich zum Theile zum Guß der großen Glocke des Stefansthurmes verwendet, und die im Wiener Arſenal früher befindlichen türkiſchen Kanonen, die übrigens gar keinen Kunſtwerth hatten, wurden im Laufe der Zeit in Geſchütze umgegoſſen).

Das Intereſſanteſte waren jedenfalls zwei laffetirte ſogenannte Orgelgeſchütze. Dieſelben beſtanden aus fünf nebeneinander liegenden ſtarken Läufen von ungleicher Länge und etwa einzölligem Kaliber. Dieſelben glichen demnach weniger den gewöhnlichen Orgelgeſchützen oder „Todtenorgeln", bei welchen mehrere kurze Läufe in einer oder zwei Reihen in einem Kaſten lagen, ſondern eher den modernen Requabatterien, mit denen ſie auch hinſichtlich der Vorrichtung zur Ertheilung der Höhen- und Seitenrichtung eine entfernte Aehnlichkeit hatten.

Im Uebrigen aber verdiente die ganze Anordnung der Ausſtellung alles Lob, und es muß auch der zahlreiche Beſuch der letzteren durch die Unteroffiziere und Soldaten der Artillerie und der techniſchen Truppen rühmend hervorgehoben werden.

A. D.

XVIII.

Eine Bemerkung zum Geſchütz-Exerzir-Reglement für die Fuß-Artillerie.

Das Allerhöchſten Orts genehmigte Reglement für die Ausbildung am Geſchütz bringt außer bedeutenden Vereinfachungen der Bedienung und Verbeſſerungen im Ineinandergreifen der Mannſchaft während derſelben auch die Erfüllung einiger Wünſche der Truppen.

In letzterer Beziehung iſt vor Allem zu erwähnen, daß die Bedienung des Geſchützes nach § 6 und 26 im Rühren erfolgen kann, dann die Vorſchriften für das Wegtreten und die Ablöſung u. A. m.

Bei dieſem Eingehen auf die Wünſche der Truppen fällt es um ſo mehr auf, daß ein wichtiger Punkt gar keine Erwähnung gefunden hat: das Verhalten der Bedienung im Gefecht.

Es läßt ſich nicht annehmen, daß dieſe Angelegenheit überſehen worden iſt; es müſſen alſo wohl grundſätzliche Bedenken gegen die Aufnahme diesbezüglicher Vorſchriften Geltung erlangt haben.

Mag die Sachlage nun ſein, welche ſie wolle, die Angelegenheit iſt wichtig genug, um nicht auf immer für erledigt zu gelten.

Es läßt ſich nun allerdings nicht verkennen, daß der gegenwärtige Zeitpunkt der denkbar ſchlechteſt gewählte iſt, um einen auf die Ausbildung am Geſchütz bezüglichen Wunſch zur Sprache zu bringen.

Wenn ſich der Verfaſſer dennoch hierzu entſchloß, ſo war ſein Beweggrund nicht die Hoffnung auf baldige Annahme ſeiner Vorſchläge, ſondern lediglich das Beſtreben, eine Angelegenheit vor

Digitized by Google

weiteren Kreiſen zur Sprache zu bringen, die für den Ernſtfall von großer Bedeutung iſt, vielleicht aber die ihr gebührende Berückſichtigung noch nicht völlig gefunden hat.

Zur Sache übergehend ſei Folgendes bemerkt:

Wenn das gegen eine diesſeitige Geſchützaufſtellung gerichtete feindliche Feuer nicht gänzlich unwirkſam iſt, ſo liegt es auf der Hand, daß die Bedienungen unſerer Geſchütze ſich in anderer Weiſe wie z. B. beim Prüfungsſchießen während der Schießübung verhalten müſſen.

Ueber die Nothwendigkeit von Maßregeln zum Schutz der Mannſchaft herrſcht auch allgemeine Uebereinſtimmung. Derartige Maßregeln ſind auch in den Belagerungen des Feldzuges 1870/71 zur Anwendung gekommen und z. B. in der Geſchichte der Belagerung von Belfort, als von dem Kommandeur der Belagerungs-Artillerie angeordnet, aufgeführt. (Caſtenholz, Theil III, S. 225).

Die Meinungen gehen aber — abgeſehen von den Einzelheiten — darüber auseinander, ob es nöthig bezw. zweckmäßig ſei, die Mannſchaft ſchon im Frieden zur Deckung gegen das feindliche Feuer anzuleiten.

Dem Vorſchlage, dies zu thun, wird entgegengehalten, daß die nothwendigen Maßnahmen ſich im Ernſtfall von ſelbſt und zwar den Umſtänden entſprechend entwickeln würden, wie es auch durch die Erfahrung beſtätigt ſei; daß man ferner die Leute vorzeitig ängſtlich mache, wenn man ſie ſchon im Frieden dazu ausbilde, Schutz vor dem feindlichen Feuer zu ſuchen; der Selbſterhaltungstrieb ſei in jedem Menſchen mehr als ausreichend vorhanden und brauche nicht erſt förmlich ausgebildet zu werden; übrigens enthalte auch die „Vorſchrift für den Dienſt der Fuß-Artillerie in und vor Feſtungen" einen Hinweis auf die zur Schonung der Mannſchaft erforderlichen Maßregeln, der für den Ernſtfall völlig genüge.

Dieſe Einwürfe kann der Verfaſſer nicht für entſcheidend halten, und zwar aus nachſtehenden Betrachtungen:

Wenn man bei der Friedensausbildung Alles ausſcheiden wollte, was ſich im Kriege in demſelben Maße wie die Benutzung der Deckungen von ſelbſt findet, ſo würden unſere Vorſchriften ganz erheblich zuſammenſchrumpfen.

Wenn nun auch in keiner Beziehung eine ſo gute natürliche Grundlage vorhanden iſt, wie für die auf Selbſterhaltung ge-

richteten Beſtrebungen, ſo wird es ſich doch auch hier darum handeln, die natürlichen Anlagen in die richtigen Wege zu leiten. Es ſei in dieſer Beziehung nur auf die anderen Waffen verwieſen; bei jedem Manöver wird der größte Werth auf Ausnutzung des Terrains gelegt, was doch nichts Anderes heißt, als Schutz vor dem feindlichen Feuer ſuchen; die Marine hat ein Kommando, auf welches die Bedienungsmannſchaften der Deckgeſchütze ſich zu Boden werfen, um ſich dem feindlichen Gewehrfeuer zu entziehen; wie ſorgfältig wird ferner der Infanteriſt für das zerſtreute Gefecht in der Ausnutzung von Deckungen unterwieſen, ein Beweis, daß der natürliche Selbſterhaltungstrieb doch noch der Ausbildung bedarf.

Allerdings haben ſich im letzten Kriege die zur Schonung der Leute erforderlichen Maßnahmen unter dem Zwang der Verhältniſſe ſelbſt entwickelt, aber wer kann angeben, welche Nachtheile und Verluſte hieraus entſtanden ſind.

Es iſt ja überhaupt Aufgabe der Friedensausbildung, die Truppe auf den Krieg vorzubereiten; in je weiterem Umfang dies geſchieht, um ſo weniger wird die Truppe im Gefecht noch zu lernen haben, um ſo kriegstüchtiger iſt ſie.

Wenn man auch niemals dahin gelangen kann, die Truppen für alle Anforderungen des Ernſtfalles auszubilden, ſo ſchließt dies doch keineswegs aus, darin ſo weit als möglich zu gehen.

Die Möglichkeit aber, die Kriegsvorbereitung unſerer Leute auch auf ihr Verhalten im feindlichen Feuer auszudehnen, iſt vorhanden; die Sache ſelbſt erſcheint auch nicht von ſo untergeordneter Bedeutung, daß ſie ohne Nachtheil dem Zufall überlaſſen bleiben kann, zumal, wenn man berückſichtigt, daß einmal die Feſtungsſchlacht faſt ſo viel Wochen dauert, wie die Feldſchlacht Stunden, daß ferner aber die Feuerwirkung gegen den letzten Feldzug ſowohl durch erhöhte Schießfertigkeit, wie durch erhöhte Leiſtungsfähigkeit der Geſchütze (Wurffeuer) eine bedeutende Steigerung erfahren hat.

Was den Einwurf anbelangt, daß die Leute durch die vorgeſchlagene Ausbildung ängſtlich gemacht würden, ſo genügt zur Entkräftung der Hinweis auf die Ausbildung des einzelnen Schützen.

Eher wäre es zu erwarten, daß der Mann ängſtlich oder wenigſtens ſtutzig wird, wenn er völlig unvorbereitet ins Feuer

kommt und nun zu allerlei Schutzmaßregeln angehalten wird, von denen in ſeiner ganzen Friedensausbildung nie die Rede war.

Was nun den Hinweis in der „Vorſchrift für den Dienſt der Fuß-Artillerie in und vor Feſtungen“ anbelangt, ſo kann er nicht für ausreichend gehalten werden.

Der Wortlaut iſt (Seite 10) folgender:

„Um die Verluſte zu verringern, dürfen nie mehr Geſchütze und Bedienungsmannſchaften in Thätigkeit ſein, als für die befohlene Schnelligkeit des Feuers erforderlich iſt.

Bei langſamerem Feuer kann daher den Bedienungen einiger Geſchütze geſtattet werden, in den Unterſtänden zu ruhen, womit nach einiger Zeit zu wechſeln iſt.

Nr. 4 darf den Unterſtand erſt betreten, nachdem er den Kartuſchtorniſter abgelegt hat.“

Vorſtehend iſt alſo eigentlich nur vorgeſchrieben, daß überhaupt Schutzmaßregeln anzuordnen ſind; in welcher Weiſe dies zu geſchehen hat, iſt aber — ſoweit es ſich um die Hauptſache: die Zahl der ſich in Thätigkeit befindenden Leute, handelt — völlig freigeſtellt.

Es läßt ſich allerdings nicht verkennen, daß eine allgemein gültige Vorſchrift hierfür nicht gegeben werden kann, daß vielmehr die Anordnungen von den obwaltenden Umſtänden abhängen müſſen; was der Verfaſſer aber für nöthig hält, das iſt ein Anhalt für die zu treffenden Anordnungen, der gleichzeitig mit dazu dienen würde, die Leute einzuüben.

Wir haben noch eine große Zahl von Offizieren mit reichen Erfahrungen in Bezug auf vorliegenden Gegenſtand; man ſollte meinen, daß ſich durch Verwerthung dieſer Erfahrungen auch mehr erreichen ließe, als ein bloßer „Anhalt“.

Um nun mit einem beſtimmten Vorſchlage hervorzutreten, wird beantragt, in das Geſchütz-Exerzir-Reglement folgenden Paragraphen aufzunehmen:

§ 37.

Gefechtsmäßige Bedienung.

Nachdem die Mannſchaft in der Beſetzung und Bedienung einer Batterie gründlich ausgebildet iſt, wird ſie in der gefechtsmäßigen Bedienung unterwieſen.

Die gefechtsmäßige Bedienung ſoll ſo erfolgen, wie es mit Rückſicht auf Schonung der Mannſchaften im feindlichen Feuer zu geſchehen hat.

Alle Verrichtungen werden hierbei in derſelben Weiſe und mit derſelben Genauigkeit ausgeführt, wie bei der gewöhnlichen Bedienung, jedoch wird der Kartuſchtorniſter mit dem Riemen an einen links vom Geſchütz in die Bruſtwehr geſchlagenen Pfahl gehängt

Die Bedienung erfolgt in nachſtehender Weiſe:

Nachdem das Geſchoß eingeſetzt iſt, ſtellt ſich Nr. 5 dicht an die Bruſtwehr in die Vertiefung vor dem Geſchoßraum.

Beim Richten mit Quadrant und Skala begiebt ſich Nr. 2, ſobald die Seitenrichtung genommen iſt, in den Hohlraum. Nachdem die Hemmkeile gelegt ſind, folgen Nr. 3 und 4; Nr. 1 und der Geſchützkommandeur, ſobald die Höhenrichtung genommen iſt. Zum Abfeuern tritt nur Nr. 1 heraus.

Wird nach dem Untertreten eine andere Erhöhung befohlen, ſo treten nur der Geſchützkommandeur und Nr. 1 heraus, wird eine andere Seitenrichtung befohlen, ſo treten auch die Nummern 2, 3 und 4 heraus.

Erfolgt während der Bedienung vom Batteriekommandeur der Zuruf „Weggetreten", ſo begeben ſich die vorher bezeichneten Mannſchaften unverzüglich in den Hohlraum, Nr. 5 an den Geſchoßraum.

Ein ladefertig gemachtes Geſchoß wird dabei von Nr. 5 auf die Bettung geſetzt, ein ſich in der Ladebüchſe ꝛc. befindendes erſt angeſetzt.

Die Zugkommandeure treten mit den zuletzt fertig werdenden Mannſchaften ihrer Züge fort; die Wahl des Aufſtellungsortes bleibt ihnen überlaſſen, jedoch müſſen ſie immer die Kommandos des Batteriekommandeurs verſtehen können.

Auf das Kommando „Geladen" treten die Mannſchaften ans Geſchütz und ſetzen die Bedienung fort.

Beim Richten mit dem Auffatz wird entſprechend dem Vorſtehenden verfahren; in Fällen, in denen eine geſteigerte Feuergeſchwindigkeit nothwendig wird, begeben ſich die Mannſchaften jedoch nicht in den Hohlraum, ſondern treten dicht an die Bruſtwehr.

Ueber den Inhalt des vorgeſchlagenen Zuſatzes möchte der Verfaſſer ſich noch einige Bemerkungen erlauben.

Eine Beeinträchtigung der Feuergeſchwindigkeit ſteht nicht zu befürchten, da nur die Leute wegtreten, die mit ihren Verrichtungen fertig ſind.

Der Zuruf „Weggetreten" iſt nur dem Batteriekommandeur anheimgeſtellt, weil allein er in der Lage iſt, die Nothwendigkeit deſſelben zu beurtheilen. Der Batteriekommandeur beobachtet alſo auch das feindliche Feuer oder läßt es beobachten und giebt hiernach ſeinen Zuruf.

Wenn die eigene Geſchützaufſtellung durch das feindliche Feuer gar nicht oder doch nur in ſehr geringem Maße gefährdet wird, ſo wird man davon abſehen können, daß die Leute ſtets in Deckung treten, wie dies für lebhaftes Feuer nothwendig iſt. In Bezug auf Nichtbenutzung der Deckungen werden wohl Anordnungen nur ausnahmsweiſe nothwendig ſein. — Inwieweit der vorgeſchlagene Zuſatz zum Reglement dem beabſichtigten Zweck entſpricht, ſei dahingeſtellt. Es handelt ſich zunächſt auch weniger um die Frage, ob der vorgeſchlagene Paragraph allen Anforderungen genügt, als vielmehr darum, daß das Bedürfniß nach einem derartigen Zuſatz anerkannt wird; iſt dies der Fall, ſo werden ſich auch Mittel und Wege finden, den Wortlaut feſtzuſtellen. S.

XIX.

Erinnerung an eine große italieniſche Belagerungsübung (gegen Aleſſandria 1880).

Aleſſandria liegt im Mittelpunkte des Dreiecks Turin—Mailand—Genua, am Tanaro, unfern deſſen Mündung in den Po, wichtig als Flußübergang und Straßenknoten, und in dieſer Eigenſchaft 1178 von den Cremoneſern und Mailändern als Stützpunkt der Landesvertheidigung gegen Friedrich Barbaroſſa erbaut. Der Platz wurde damals Cäſarea genannt; ſeinen jetzigen Namen erhielt er zu Ehren Papſt Alexanders III., der ein Bisthum hierher verlegte. Die Stadt hat jetzt über 30000 Einwohner und iſt durch Handel und Verkehr belebt.

Die Umgegend iſt flach, theilweiſe ſumpfig, Ueberſchwemmungen ausgeſetzt, aber fruchtbar und ſehr gut angebaut.

Der Tanaro fließt im Allgemeinen von Weſtſüdweſt nach Oſtnordoſt, aber in ſtarken Serpentinen, wie bei dem flachen Gelände erklärlich iſt. Sein rechtsſeitiger Zufluß, die Bormida, hat eine ſo mäßige Konvergenz, daß 7,2 km oberhalb der Stadt die beiden Flüſſe nicht ganz 4 km Abſtand von einander haben, ihre Vereinigung aber erſt 5,5 km unterhalb der Stadt erfolgt (Winkel der Konvergenz gleich 24 Grad).

Zwiſchen beiden Flüſſen liegt die alte Provinzial-Straße, deren nächſter Hauptort (ſüdweſtlich von Aleſſandria) Acqui iſt, eine Eiſenbahn und der Karl-Albert-Schifffahrtskanal.

Faſt genau von Südoſt nach Nordweſt gerichtet und über 9 km geradlinig, kommt die Eiſenbahn von Genua herauf, die

ſich nach vollzogenem Uferwechſel in die weſtliche nach Turin und die nördliche nach Mailand führende Bahn gabelt.

Zwiſchen den beiden bezeichneten Bahngabelungen (der ſüdlichen oder rechtsuferigen Acqui — Genua und der nördlichen oder linksuferigen Turin—Mailand) liegen Bahn und Bahnhof innerhalb der Stadtumwallung.

Aleſſandria iſt als Feſtung gegründet, und da der Platz ſtrategiſch gut gewählt war, hat er wiederholt Gelegenheit gehabt, ſeiner Beſtimmung zu dienen. 1522 eroberte ihn Francesco Sforza, der Herzog von Mailand; 1657 widerſtand er einer franzöſiſchen Belagerung; 1707 fiel er nach hartnäckiger Vertheidigung in Prinz Eugen's Hände. Dann von Kaiſer Joſef I. den Herzögen von Savoyen überlaſſen, wurde er 1796 franzöſiſch und die Hauptſtadt des Departements Marengo.

In dieſe Zeit des franzöſiſchen Beſitzes fällt ein umfangreicher Neubau, bei dem General Chaſſeloup mehrere ſeiner Verbeſſerungsideen des Baſtionärſyſtems verwirklichen durfte. Das damals Geſchaffene fiel aber — mit Ausnahme der Citadelle — 1814 der Schleifung durch die Oeſterreicher zum Opfer. Nachdem der Platz dem Königreich Sardinien zugeſprochen war, iſt er wieder hergeſtellt und erweitert.

Die Stadtumwallung umgiebt die Stadt ſehr loſe und geſtattet noch anſehnliche Ausdehnung. Die Kehle am Fluſſe mißt etwa 1600 km. 14 baſtionirte Fronten bilden die anderen drei Seiten eines unregelmäßigen Vierecks.

Die Fronten (von oberſtrom an links herum numerirt) 1 bis 4 ſind gegen Südweſt; 4 bis 9 gegen Südſüdoſt; 9 bis Baſtion 15 gegen Nordoſt gewendet. Zur Stadtbefeſtigung gehören noch einige vorgeſchobene Lünetten. Das linke Ufer behauptet die Citadelle, ein baſtionirtes Sechseck mit einigen kleineren und einem größeren vorgeſchobenen Werk. Alle Gräben ſind bewäſſert. In neuerer Zeit iſt im ſüdlichen Halbkreiſe zwiſchen Tanaro und Bormida durch drei größere Forts, die aber nur 1400 bis 1500 m vor dem Hauptwalle liegen, ein verſchanztes Lager gebildet worden. Dieſe Lagerſchanzen haben die Namen: Fort von Acqui, Eiſenbahn-Fort und Fort Bormida.

In Aleſſandria garniſoniren Truppentheile aller drei Waffen; es iſt auch der Sitz von Bezirksbehörden (direzioni territoriali) der Artillerie und des Genieweſens.

Die Belagerungsübung im Auguſt 1880 war auf 18 bis 20 Tage bemeſſen. Die perſonellen Mittel betrugen:

	Angriff	Vertheidigung	Zuſammen
Kompagnien Feſtungs-Artillerie	9	6	15
Batterien Feld-Artillerie . .	2	1	3
Train (zur Artillerie gehörig) Kompagnien	—	—	1
Kompagnien Pioniere . . .	7	3	10
Bataillone Infanterie. . . .	6	3	9
Eskadrons Guiden	1	1	2

Wie bei derartigen Uebungen ſo häufig, entſchieden ökonomiſche Rückſichten die Wahl der Angriffsfront und den Umfang der Angriffsarbeiten, und danach mußte eine Kriegslage ausgedacht und eine Generalidee aufgeſtellt werden, die jene Wahl plauſibel machte.

Demgemäß bildeten das Angriffsobjekt die erſten beiden der oben genannten vier Lagerforts: das Fort Acqui, zwiſchen dem Karl-Albert-Kanal und der Eiſenbahn von Acqui, und das Eiſenbahn-Fort (Forte Ferrovia) an der Genueſer Bahn. Genau im Rentrant, deſſen weſtlichen (rechten) Schenkel der Kanal, und deſſen öſtlichen (linken) Schenkel die Genueſer Bahn bildet, liegt Baſtion 4, der ſüdlichſte Punkt der Stadtumwallung.

Die gebotene Beſchränkung an Zeit, Truppen und Uebungsgeldern nöthigte zu ſtarken Abkürzungen und vielen Suppoſitionen. Es ſollten demgemäß nur die Arbeiten gegen die Stadtumwallung von der zweiten Parallele an bis zum Couronnement und Grabenübergange geübt werden. Die Forts ſupponirte man durch vorgängige Beſchießung lahm gelegt und dann geſtürmt.

Daß die vorhandenen Lagerforts ihres geringen Abſtandes wegen den modernen Anſprüchen nicht genügen, ſollte nicht unberückſichtigt bleiben. Dem Armirungsentwurfe lag daher die Idee der Schaffung eines neuen Gürtels zu Grunde, der an der Grenze des Feuerbereichs der vorhandenen Forts, alſo bis zu 1400 m vor denſelben, hergeſtellt werden ſollte. Die Elemente deſſelben ſollten einzelne Geſchützemplacements, Schützengräben und Deckungsgräben für die Unterſtützungstrupps bilden. Die erſteren ſollten mit den Ausfallgeſchützen des Platzes armirt, reſp. von der Feld-Artillerie der zu Offenſivſtößen beſtimmten mobilen

oder aktiven Diviſion beſetzt werden, die das verſchanzte Lager einnahm.

Eine zweite Vertheidigungslinie aus denſelben paſſager-proviſoriſchen Elementen ſollte die weiten Zwiſchenräume der Lagerforts ſchließen. Außerdem aber ſollte ein größeres Werk „Redoute Tanaro" in die zu bedeutende Lücke zwiſchen dem Fluß und Fort Acqui eingeſchaltet werden. Die Lagerfronten meſſen demnach:

Tanaro-Ufer bis Redoute Tanaro . .	864 m
Redoute Tanaro bis Fort Acqui . .	1656 m
Fort Acqui bis Eiſenbahn-Fort . . .	1944 m
Eiſenbahn-Fort bis Fort Bormida .	2520 m

Außer den vorbezeichneten Neuanlagen war der Entwurf und die theilweiſe Ausführung fortifikatoriſcher Armirung der permanenten Werke Gegenſtand der Uebung. Es handelte ſich dabei um die bekannten modernen Elemente: Traverſen, Unterſtände, Munitions- und Geſchoßräume, Ladeſtellen u. ſ. w.

Wir entnehmen dem italieniſchen Artillerie- und Ingenieur-Journal (Giornale de Artigleria e Genio; Januar-Heft pro 1881) einige bautechniſche Details.

Geſchützemplacements. 0,50 m unter Terrain verſenkt; die Ausſchachtung zu einer 0,50 m hohen Glacisbruſtwehr gebildet. Die Sohle des Standes 3 m lang; 3,60 m breit; die Vorderecken mit 0,50 m abgeſtumpft. Das Revers rampenartig in 6/1 Anlage. In den Abſtumpfungen und den Flanken vier kleine Munitionsniſchen in dem gewachſenen Boden ausgehöhlt. Bedienungs-Schutzgräben, von den Abſtumpfungen angefangen längs den Flanken, je 1,5 m lang, 1 m tief, 0,30 m ſohlenbreit.

Ein Stand für zwei Geſchütze beginnt mit gemeinſchaftlicher Rampe am Revers, gabelt ſich dann aber unter einem Winkel von 35 Grad. Der Keil zwiſchen beiden Ständen iſt analog der Bruſtwehr auf 0,50 m über Terrain aufgefüllt. Längs der Front dagegen ſind beide Stände durch einen bogenförmigen Bedienungsgraben von 1 m Tiefe (unter Geſchützſtandſohle; alſo 1,50 m unter Terrain) und 2 m Sohlenbreite verbunden.

Statt unſeres, dem Franzöſiſchen nachgebildeten ſchwerfälligen Ausdrucks „Geſchützemplacement", gebrauchen die Italiener das kurze, aber freilich auch unbeſtimmte Wort „Riparo" (Mehrzahl „ripari"), was mit Wehr wiederzugeben wäre.

Die Protzendeckungen (Ripari per cassoni) ſind Gräben von 1 m Tiefe und 2,5 m Sohlenbreite; an den Stirnen Zufahrtsrampen von 4/1 Steigung; der ausgegrabene Boden zu 1,5 m hohem Deckungswall ausgebildet.

Der Schützengraben (Trincea per fucileria) hat zwiſchen Sohle und Feuerlinie den Höhenunterſchied von 2,2 m. Die Bermenſeite iſt in Graben und Anſchüttung ſo mit Stufen verſehen, daß frontales offenſives Vorgehen leicht ſtattfinden kann. Die Krone iſt von Mann zu Mann mit Bonnets und Zinnenſcharten verſehen.

Der Deckungsgraben für die Unterſtützungstrupps (Trincea-ricovero per truppe di sostegno) iſt 1,5 m tief, hat 0,50 m über der 0,50 m breiten Sohle in jeder Böſchung eine 0,30 m breite Sitzſtufe und iſt in den Böſchungen möglichſt ſteil gehalten, ſo daß die obere Breite nur 1,50 m beträgt. Der Deckungsdamm feindwärts hat 0,50 m Höhe. Der Höhenunterſchied zwiſchen Sohle und Crête beträgt demnach 2 m, und es erſcheinen dadurch auch die auf der Reversſtufe Sitzenden bis zu 20 Grad Einfallwinkel gedeckt. Ein in der Zeichnung markirtes kleines Dämmchen von 0,30 m Höhe und Dicke längs der Reverskante des Grabens kann wohl nur die Bedeutung des Schutzes gegen Sprengſtücke zu weit gegangener Granaten haben.

Etwa von 3 zu 3 m iſt der Graben auf 1 m Länge unterbrochen (der gewachſene Boden ſtehen gelaſſen), während Vorder- und Hinterdeckungsdamm ununterbrochen durchlaufen. Wahrſcheinlich ſollen die ſtehen gelaſſenen Bodenkeile als Traverſen gegen beſtreichende oder Schrägſchüſſe dienen. Einzelne dieſer Plattformen ſind 2 m breit, die Deckung vor ihnen iſt in einem konvexen Bogen ausgebuchtet und der Zugang von der Bermenſitzſtufe aus durch zwei eingeſchnittene Stufen vermittelt. Durch dieſe Anordnung iſt die rein paſſive Deckung mit einem defenſiblen Elemente verſehen. Außerdem bilden die in Rede ſtehenden Partien Obſervatorien und eintretendenfalls die Ausgänge nach dem Feinde hin.

Traverſen in den permanenten Werken.

Wir übergehen die gewöhnlichen vollen Erdtraverſen und ſchildern nur einige zur Ausführung gekommene mit Hohlräumen in Verbindung gebrachte.

Traverſe mit bedecktem Durchgange (Traversa con passagio coperto). Die Feuerlinie des Werks liegt 2,5 m über dem Wallgange. Das Planum des Traverſenſtandes iſt 0,80 m unter den Wallgang verſenkt. Die Traverſe iſt im Grundriß ungefähr ein Quadrat von 6 m Seite; an allen drei freien Seiten umgiebt ſie der, wie erwähnt, um 0,80 m unter den Wallgang verſenkte Stand in Form eines meterbreiten Umganges. Gegen den Wallgang iſt dieſer Umgang (zugleich Sicherheitsſtand für die Mannſchaft) mit „Schirmen gegen Sprengſtücke" abgegrenzt. Die Traverſenwände ſind durch zwei Reihen Schanzkörbe mit Faſchinenkrönung 2 m hoch ſteil, darüber füßig gebüſchte Erdſchüttung bis 1 m über Feuerlinie.

Der Durchgang, von Körben eingefaßt und mit Faſchinen überdeckt, iſt 0,70 m breit und liegt dicht an der inneren Bruſtwehrböſchung.

Von dem Gange aus iſt eine kleine Niſche für einige Kartuſchen ꝛc. in die Bruſtwehr gearbeitet (piccola riservetta anteriore); ein etwas größeres Reſervoir (durch im Sechseck geſtellte Körbe gebildet) liegt in der Traverſenendſtirn (riservetta posteriore).

Die „Sprengſtückſchirme" ſind ein neues fortifikatoriſches Element, das noch in keinem Lexikon ſteht; die Franzoſen nennen ſie „pare-éclats"; die Italiener haben dafür das neue Wort parascheggia — in der Mehrheit paraschegge — gebildet. Die in Aleſſandria zur Ausführung gebrachten beſtanden theils (analog der alten Sappe) aus einer Korbreihe mit drei Krönungsfaſchinen, theils aus Hurdenwandungen mit Bodenfüllung und Faſchinenabſchluß.

Die geſchilderte Traverſe mit ihrer zwei Körbe hohen Steilwand, dem Durch- und Umgange, dem Reſervoir in der Endſtirn und dem Sprengſtückſchirme ringsum mag ja wohl ſehr gut ausgeſehen haben; ihre Kriegstüchtigkeit will uns jedoch bedenklich erſcheinen. Für eine enfilirbare Linie wird dieſer Traverſentypus wohl nicht beſtimmt geweſen ſein. Dort wäre er wenigſtens nicht rathſam; denn bei engſtmöglicher Stellung kann der Horizontalabſtand zwiſchen der Kronenkante der vorderen und der Krönungsfaſchine der nächſt dahinter liegenden Traverſen nicht unter 10 m betragen, bei 2 m Höhenunterſchied zwiſchen beiden; der verletzbare Unterbau wäre demnach unter 10/2 Steigung oder mit nur

12 Grad Einfallwinkel erreichbar. Unter allen Umſtänden ſehr wenig ſtabil erſcheinen die beſchriebenen Sprengſtückſchirme.

Ein zweiter Traverſentypus trägt dem Umſtande der Enfilirbarkeit Rechnung, indem die gefährdete Seite durchaus in Erde ausgeführt iſt. Den Durchgang erſetzt hier ein bis zur halben Dicke geführter Unterſtand. Die Traverſe hat außerdem gleich der erſtbeſchriebenen ein Endſtirnreſervoir, aber keinen rings-umlaufenden verſenkten Umgang, vielmehr nur vor den Eingängen der beiden Hohlräume diamantartige Vorplätze mit Stufen und vor der Endſtirn einen nur 4 m langen Sprengſtückſchirm.

Geſchoßräume und Geſchoßladeſtellen (ricoveri per il confezionamento delle munizioni) ſind im Revers des Wall-ganges eingebaut und in Zimmerung hergeſtellt. Sie ſind ſo placirt, daß ſie einer Traverſe auf dem Walle entſprechen. Dieſe enthält außer dem bei dem erſten Modelle beſchriebenen Durch-gange eine tiefe Niſche in der Traverſenlängsachſe nach rückwärts. Zwiſchen dieſer Niſche und dem Munitionsbehälter iſt ein Aufzug (piano elevatore) angeordnet. Derſelbe beſteht aus einer unter 40 Grad geneigten quadratiſchen Bohlenröhre von 0,50 m im Lichten und einem auf vier Blockrädchen laufenden Kaſten (Hunde), in den die Geſchoſſe gelegt werden. Das Aufziehen erfolgt mittelſt Leine, die ſich um eine Kurbelwelle wickelt. Die Anordnung iſt einfach und zweckmäßig.

Halbeingegrabene Infanterie-Unterſtände (Ricoveri semi-interrati per fanteria) am Reversfuß des Wallganges, theils als Blindagen von dreieckigem Querſchnitt (Tipo a sezione triangolare), theils blockhausartig abgebunden (Tipo a sezione rettangolare) bieten nichts Eigenartiges. Die zweite Form hat nur an der inneren Längs- und den beiden Stirnen volle Wand-bekleidung; die andere Langſeite iſt offen, um Ein- und Austritt zu erleichtern; parallel zu ihr iſt ein Sprengſtückſchirm aus Körben angeordnet.

Literatur.

28.

Ueberſichtskarte von Central-Europa im Maßſtabe von 1 : 750 000. Herausgegeben vom k. k. militär-geographiſchen Inſtitute in Wien. 45 Blätter à 2 Mark; für Subſcribenten bis zum 1. April 1884 à 1,80 Mark. General-Depot des ꝛc. Inſtituts: R. Lechner's k. k. Hof- und Univerſitäts-Buchhandlung.

Die vorſtehend bezeichnete Unternehmung iſt durch die Firma des Herausgebers von vornherein aufs Beſte empfohlen; was davon bereits erſchienen iſt, entſpricht aufs Vollkommenſte dem günſtigen Vorurtheile. Das Werk begann vor einem Jahre zu erſcheinen und war urſprünglich nur auf die öſterreichiſch-ungariſche Monarchie berechnet. Eine Aeußerung des General-Quartiermeiſters Graf Walderſee: „Es wäre zu bedauern, wenn dieſe Karte nur in den urſprünglich geplanten Grenzen ausgeführt und von einer Ausdehnung derſelben auf ganz Deutſchland Abſtand genommen würde" — hat die Direktion des ꝛc. Inſtituts veranlaßt, ſtatt, wie beabſichtigt war, 30 Blätter, deren 45 erſcheinen zu laſſen. Die Karte wird nunmehr das Land von der Rhone bis Odeſſa und Konſtantinopel und von den Nordſpitzen des preußiſchen Staates, Apenrade und Memel, bis zur Inſel Corfù zur Darſtellung bringen.

13 Blätter ſind bereits erſchienen; ſie ſchließen lückenlos aneinander und bringen das nordöſtliche Viertel des ins Auge ge-

faßten Gebietes; jene große Konkave des glücklicherweiſe treu vereinten Oeſterreich-Deutſchland: Oſtpreußen, Schleſien und Poſen, Mähren, Ungarn, Galizien und Siebenbürgen — nebſt dem, was ſie einſchließt, von Mogilews bis zur Donaumündung.

Abgeſehen vom militär-geographiſchen Intereſſe, gewähren dieſe 13 Blätter die vielſeitigſten Proben der kartographiſchen Behandlung. Dieſe iſt wohlüberlegt, aufs Feinſte abgeſtimmt und künſtleriſch vollendet ausgeführt.

Der Maßſtab 1 : 750 000 iſt groß genug für eine Ueberſichtskarte, denn er giebt den Kilometer durch $^4/_3$ mm, er iſt aber doch ſo klein, daß er Enthaltſamkeit auferlegt. Durch geſchickt gewählte, gut unterſchiedene Signaturen und namentlich durch die Farbenwahl iſt man der Kleinheit des Maßſtabes trefflich zu Hülfe gekommen. So ſind z. B. die Eiſenbahnen als die wichtigſten Verkehrswege durch ſchwarze Striche von ſo gut gewählter Stärke bezeichnet, daß man ihren Verlauf bei der größten Sehweite des Auges ſofort erkennt, ohne daß dabei das Einſchreiben der Ortsnamen zu leiden hätte. Bei näherer Betrachtung ergiebt ſich dann, ob die Eiſenbahn normal ein- oder zweigeleiſig, oder ſchmalſpurig, ihre Viadukte und Tunnel.

Die nächſtwichtigen Straßen von mindeſtens 2,5 m Breite ſind in feiner Doppellinie und in ſo diskretem Roth gegeben, daß ſie ſich herausheben, ohne zu ſchreien.

Geringere Fahrwege ſind dann ausgezogen, Saumwege punktirt wieder in Schwarz dargeſtellt.

Auf dieſe Weiſe iſt die Gradation der Wegbarkeit eines Landſtriches diskret aber überaus deutlich zur Anſchauung gebracht.

Für Alles, was mit dem Waſſer zuſammenhängt, auch Reisfelder und Gletſcher, ſowie die Horizontalen gleicher Meerestiefen (die Iſobathen von 5 und 10 m) iſt Blau gewählt. Das orographiſche Element iſt in brauner Schraffirung zum Ausdruck gebracht, und zwar in ſo fein und dicht geſtellten Linien, daß in einiger Entfernung der Eindruck der des Getuſchten iſt und Thäler, Hänge, Rücken, Sättel u. ſ. w. überaus plaſtiſch herauskommen. Ein Muſter in dieſer Beziehung iſt Blatt E. 3, die Gegend von Klauſenburg und das ſiebenbürgiſch-rumäniſche Grenzgebiet darſtellend.

Das für hydrographiſche Objekte gewählte Blau iſt auch für die bezüglichen Namen verwendet, was angänglich war, da in der Nachbarſchaft von Gewäſſern es an weißem Papiergrunde nicht zu fehlen pflegt, von dem das milde Blau ſich genügend abhebt; dagegen wäre es für die Deutlichkeit bedenklich geweſen, das orographiſche Braun zur Schrift zu verwenden. Die Gebirgs-Nomenklatur iſt deshalb ſchwarz gedruckt, aber durch Rundſchrift von den Ortsnamen leicht kennbar geſondert.

Das einzelne Blatt iſt 33 cm hoch und 38,8 cm breit. Dieſes Format kann umſomehr noch für handlich gelten, als bei der Dicke und Dichtigkeit des gewählten Papiers das Blatt, frei in der Hand gehalten, ſteif bleibt.

Das Unternehmen hat bei ſeinem Eintritt in die Oeffentlichkeit ſofort Anerkennung und Theilnahme gefunden; zunächſt begreiflicherweiſe, ſeinem urſprünglich beſchränkteren Programm entſprechend, vorzugsweiſe in Oeſterreich-Ungarn. Nunmehr wendet es ſich an die Freunde im Reich und verdient den freundlichſten Empfang.

Die Ausgabe von im Ganzen 81 Mark iſt für den einzelnen Offizier — wenigſtens wahrſcheinlich für die Mehrzahl — keine unerhebliche; ſie vertheilt ſich jedoch mindeſtens auf ein Jahr; die koulante Verlagshandlung wird auf jede mögliche Bequemlichkeit in Bezug auf den Zahlungsmodus eingehen. Im Verhältniß zu dem Dargebotenen, das inhaltlich wie formell auf der Höhe der Zeit ſteht und dem nicht entfernt eine andere Publikation Konkurrenz macht, iſt der Subſcriptionspreis von 1,80 Mark für 0,13 Quadratmeter eines derartigen Originalwerkes ſehr niedrig bemeſſen.

So gern und aus ſelbſt gewonnener Ueberzeugung wir das Werk gelobt und empfohlen haben, ſo haben wir doch eine Ausſtellung zu machen und verſchweigen ſie nicht, weil ſich ſehr gut noch abhelfen läßt.

Die Ausſtellung betrifft die Schreibweiſe der Namen. Nicht weniger als neun Sprachen kommen auf der ganzen Karte zuſammen; vielfach mehrere derſelben auf demſelben Blatte: Deutſch, Magyariſch, Italieniſch, Rumäniſch, Türkiſch und das Slaviſche in den Idiomen des Ruſſiſchen, Polniſchen, Böhmiſchen und

Südſlaviſchen. Weder das türkiſche noch das kyrilliſche Alphabet iſt angewendet, vielmehr das Lateiniſche, dieſes jedoch in jener Erweiterung, die in Oeſterreich geſetzlich und daher wahrſcheinlich auch allen Deutſch-Oeſterreichern bekannt und geläufig iſt, nicht aber uns Deutſchen im Reich.

Wie leſen wir z. B. **Kčin** (in Böhmen), **Szamos Ujvás** (in Ungarn), **Botoṣani** (in Rumänien), **Sierokołki** (in Polen), **Lowča** (in Bulgarien), **Medžidie** (in der Dobrudſcha) u. ſ. w.?

Die guten deutſchen Druckereien beſitzen zwar jetzt bereits die öſterreichiſch-ſlaviſchen Lautzeichen (mit denen ſich auch die ruſſiſchen und türkiſchen Sprachklänge faſt genau wiedergeben laſſen), aber ein großer Theil der deutſchen Leſer verſteht ſie noch nicht, weil unſere politiſchen Zeitungen ſich noch nicht darauf eingelaſſen haben und kein Bedenken tragen, durch Wiedergabe in deutſcher Schrift und unter Weglaſſung der charakteriſtiſchen Zuthaten die fremden Namen zu verſtümmeln. Machen nun auf unſerer Karte die mit ſolchen Zuthaten verſehenen bekannten lateiniſchen Buchſtaben den Leſer wenigſtens aufmerkſam und erregen in ihm den Verdacht, daß damit wohl ein anderer Sprachlaut gemeint ſein möge, ſo iſt er noch übler berathen, wenn er einem ſolchen Bekannten ohne Zuthat begegnet, der gleichwohl in der betreffenden Sprache einen anderen Laut bezeichnet als im Deutſchen. Daß die Polen durch z das weiche s bezeichnen, iſt nicht viel anders, als daß das ruſſiſche Я dem lateiniſchen P gleicht. In Polen iſt sz gleich ſch, in Ungarn iſt es das weiche ſ; in Polen iſt das einfache s immer unſer ſcharfes oder Doppel-S, in Ungarn iſt es gleich ſch, ż in Polen und ž im ſlaviſchen Oeſterreich ſind derſelbe Laut, nämlich das franzöſiſche j u. ſ. w.

Dergleichen Schwierigkeiten und Unverſtändlichkeiten begegnen dem Leſer auf jedem Blatt außerdeutſchen Landes, am meiſten in Landſtrichen gemiſchter Nationalität, wie in Böhmen, Polen, Ungarn und Siebenbürgen.

Wir ſind weit entfernt, den Herausgebern der Ueberſichtskarte zumuthen zu wollen, ſie möchten auf ihren Lautzeichenſchatz verzichten und alle Namen ſo ſchreiben, daß der nur deutſch Leſende ſie leidlich richtig wiedergeben könne. Dies würde erſtens nicht überall gelingen, es iſt zweitens für den öſterreichiſchen

Herausgeber unannehmbar, deſſen ſlaviſche und magyariſche Mitbürger es ihm gewaltig übel nehmen würden, und es iſt drittens nicht mehr möglich, da der größte Theil der betreffenden Blätter fertig iſt.

Gleichwohl ſcheint uns Abhilfe des beſprochenen Uebelſtandes der Unlesbarkeit für den Deutſchen im Reich geboten, denn eine Karte ſoll doch eben geleſen werden.

Wir finden die Abhilfe in einer Erweiterung der „Zeichenerklärung", die auf einem beſonderen Blatte den Subſcribenten als Gratis-Zulage verabfolgt wird. Die letzte Abtheilung dieſes Blattes: „Abkürzungen und Erklärungen einiger in fremden Sprachen vorkommenden Benennungen" ſcheint uns der richtige Ort; „ſowie Wiedergabe der fremden Sprachklänge in deutſchen Lautzeichen" möchten wir den Titel dieſer Abtheilung ergänzt haben. Da wären denn das böhmiſche ř, ě, č, š u. ſ. w., das polniſche z, ł, ą, ú u. ſ. w., das magyariſche s, sz, cs, á u. ſ. w., u. ſ. w. zu erklären.

Durch dieſe Belehrung würden ſich die Herausgeber den Dank — nicht nur der Kartenleſer, ſondern aller deutſchen Leſer öſterreichiſcher Militär-Schriftſteller verdienen, die über Bosnien und andere ſlaviſche, oder über magyariſche, böhmiſche, polniſche, rumäniſche Oertlichkeiten geſchrieben haben und — wer weiß wie bald — zu ſchreiben haben werden. Im Oſten ſchläft viel künftige Weltgeſchichte dem Geborenwerden entgegen.

Die trefflichen Karten des militär-geographiſchen Inſtituts machen uns einſtweilen mit dem Schauplatz bekannt; mögen ſie uns auch die Namen der Oertlichkeiten richtig leſen lehren.

S.

29.

Freiherr Ludwig von und zu der Tann-Rathſamhauſen. Von Hauptmann Zernin. Darmſtadt und Leipzig 1884. E. Zernin.

Der bekannte Redakteur der Allgemeinen Militär-Zeitung hat die in der Ueberſchrift bezeichnete biographiſche Skizze eines der volksthümlichſten deutſchen Helden unſerer Zeit zuerſt in der Münchener militäriſchen Geſellſchaft vorgetragen und ſpäter in ſeiner Zeitung zum Abdruck gebracht. Durch Zuſätze und Anmerkungen vermehrt, iſt der Vortrag nunmehr als Broſchüre erſchienen und dadurch einem größeren Kreiſe zugänglich gemacht.

Man wird die mit geübter Feder und warmem Herzen leicht und fließend geſchriebene Lebensſkizze nur willkommen heißen können und ihr recht viele Leſer wünſchen.

Glück und Verdienſt haben zuſammengewirkt, um von der Tanns Leben zu einem ſo ſonnenhellen zu machen, wie es wenigen Sterblichen beſchieden iſt. Sein erſtes Glück war, daß er väterlicher- wie mütterlicherſeits alten edlen Häuſern angehörte. Sein Vater war aber nicht nur vornehm, ſondern hochgebildet und leitete von der früheſten Jugend des Sohnes an die auf gründliches Wiſſen gerichtete Erziehung. Ein Glück war die freundſchaftliche Beziehung des Vaters zu dem damaligen Kronprinzen, dem nachmaligen König Ludwig I. von Bayern, ſeinem Studiengenoſſen in Göttingen, die den Knaben zur weiteren Ausbildung in die Pagerie in München führte. Das Verhältniß der Väter erneuerte ſich in geſteigertem Maße zwiſchen den Söhnen. Neunundzwanzig Jahre alt, nachdem er ſieben Jahre der Artillerie und vier Jahre dem Generalſtabe angehört hatte, wurde der Oberlieutenant von der Tann zum Adjutanten des Kronprinzen (ſeit 1848 König) Max ernannt und blieb von da ab bis zum Tode deſſelben deſſen Günſtling, Vertrauter und Freund. Wie er das Glück gehabt hatte, in einem edlen Hauſe und von würdigen Eltern das Leben zu erhalten, ſo hatte er das Glück, eine edle Lebensgefährtin zu gewinnen und ein glückliches Haus- und Familienleben zu gründen. Glück und Verdienſt! Denn die günſtigen Lebensbedingungen ſind doch nur die Bauſteine; das

Gebäude ſelbſt aufzuführen, erfordert dann noch ſeltene Eigenſchaften von Herz und Geiſt, die von der Tann in reichem Maße beſeſſen hat.

Wie dem Menſchen von der Tann, ſo iſt es auch dem Soldaten ergangen: das Glück gab ihm die Gelegenheiten — ſein Verdienſt war es, dieſe Gelegenheiten ſo auszunutzen, daß ſie zu Ruhm und Ehre führten: Studien, Reiſen, Beobachtungen fremder Heere auf dem Manöverfelde und dann der Ernſt des Krieges vom Freiſchaaren-Führer bis zum Korps-Kommandanten!

Als Freiſchaaren-Führer bei der Schleswig-Holſteiniſchen Erhebung von 1848 iſt der Major von der Tann zuerſt in Deutſchland bekannt und volksbeliebt geworden. In Schleswig-Holſtein erſchien er im folgenden Jahre wieder, diesmal als Generalſtabs-Chef der 1. Diviſion der Bundestruppen. Das Land überſandte ihm als Zeichen des Dankes einen Ehrenſäbel. In dem ſchwungvollen Begleitgedicht ſchließt die eine Strophe mit den Worten: „Wo die Feder will verderben, was die Klinge ließ erwerben . . .“ Nicht lange danach konnte man die beiden Reimworte im Plusquamperfektum auf die ſchleswig-holſteiniſche Sache anwenden, und um ihr noch ferner zu dienen, mußte von der Tann im Jahre 1850 aus der bayeriſchen Armee ausſcheiden.

Nichts Anderes in von der Tanns Lebensgange macht ihn dem Deutſchen ſo ſympathiſch, wie ſein dreimaliges Eintreten für Schleswig-Holſtein. Er entriß ſich den angenehmſten perſönlichen Verhältniſſen, er mußte die Erlaubniß dazu ſeinem königlichen Freunde abringen, als es ihn drängte, für das ſich ſelbſt überlaſſene Land zum dritten Male das Schwert zu ziehen. Der Feldzug von 1850 war kurz und vergeblich. Von der Tann brachte jedenfalls die eine bedeutſame Erkenntniß heim, daß Freiſchaaren — und ſeien ſie aus den intelligenteſten, gebildetſten, opferwilligen, perſönlich tapferen Elementen zuſammengeſetzt — gegen geſchulte Soldaten nichts ausrichten!

Vierzehn Jahre ſpäter hatte von der Tann das Glück, als Augenzeuge, wenn auch nicht perſönlich eingreifender, die Gegenprobe zu machen und deutſche Truppen für Schleswig-Holſtein kämpfen zu ſehen.

Im Auftrage König Ludwigs II. hatte er deſſen Thronbeſteigung in Berlin zu notificiren und wurde von König Wilhelm eingeladen, ſich den Gang der Dinge in Schleswig anzuſehen; er kam gerade zurecht zum Düppel-Sturme am 18. April 1864.

Von der Tanns Antheil an den Erfolgen in Frankreich iſt noch friſch in Aller Gedächtniß.

Unter mehreren Auszügen aus vertrauten Briefen, in die Einſicht zu nehmen Hauptmann Zernin Erlaubniß gehabt hat, intereſſirt beſonders einer, der uns das friſche Weſen und den klaren Blick des zu hohen Ehren gelangten Mannes anſchaulich macht. Zugleich ſind dieſe Worte Rath und Warnung — wir wollen hoffen, daß ſie nicht gar Prophezeiung ſind.

Es empfiehlt ſich, daß ſolche Worte eines bewährten Patrioten auf jede Weiſe, durch jedes öffentliche Organ Verbreitung erhalten.

Am 14. März 1871 ſchrieb von der Tann:

„X. forderte mich auf, beim Frieden dahin zu wirken, daß der Elſaß franzöſiſch bleibt. Wie konnten ſich vernünftige Leute einbilden, daß wir auf ſolche Ideen eingehen könnten! Unſer ganzer deutſcher Neubau wäre zuſammengebrochen, wenn wir demſelben nicht durch den Kitt dieſer gemeinſamen Erwerbung Feſtigkeit gegeben hätten. Ferner wäre der Gedanke zu kindiſch geweſen, die Franzoſen würden, durch Großmuth entwaffnet, ihre Prügel verzeihen und vergeſſen. Alles hätte das eitle Volk auf Rechnung unſerer Furcht geſchrieben. Die Rachedrohung iſt in einer Beziehung ein Vortheil für unſere Einheit. Dieſelbe verhindert vielleicht, daß wir nach gethaner Arbeit einſchlafen und dann anfangen uns wieder zu zanken!...“

Von der Tann, der ſeinen Dienſt bei der Artillerie begonnen, gehörte zuletzt, wenigſtens nominell, der Waffe wieder an, indem er bei Gelegenheit ſeines fünfzigjährigen Militärdienſt-Jubiläums (effektiv nach 45 Jahren) 1878 à la suite des 1. Artillerie-Regiments Prinz Luitpold geſtellt wurde. Auch der preußiſchen Armee gehörte er von jenem Tage an als Chef des 2. Niederſchleſiſchen Infanterie-Regiments Nr. 47.

Im Jahre 1880 feierte er noch den 25jährigen Gedenktag ſeiner Beförderung zum General.

Von der Tann° hat ſein 66. Lebensjahr nicht mehr vollendet. Nachdem er im Winter 1880—81 an rheumatiſchen und einem Herzleiden krank geweſen war, begab er ſich zur Kräftigung nach Meran (Ober-Mais), wo er bald nach ſeiner Ankunft einem Herzſchlage erlag.

Berichtigungen:

Nach eingezogenen Erkundigungen iſt die Mittheilung auf Seite 476 (unter „Literatur" Nr. 27), wonach das Buch: „Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht", eine Hoffbauerſche Arbeit ſei, eine irrthümliche. —

Im 89. Band, Seite 544, Zeile 6 von oben ſoll es „hälſen" ſtatt „hülſen" heißen.

Digitized by Google

HYDROGRAPHISCHES AMT-BIBLIOTHEK · S.M. KRIEGSMARINE

Digitized by Google

Digitized by Google

Stanford University Libraries
3 6105 013 152 173

U
3
A7
v. 90
1883

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.

Stanford University Libraries
3 6105 013 152 173

U
3
A7
v. 90
1883

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.

Digitized by Google